ÜNSTLER.

KURZGEFASSTES LEHRBUCH

DER

ATOMIE, MECHANIK, MIMIK UND PROPORTIONSLEHRE

DES

MENSCHLICHEN KÖRPERS

VON

DR. AUGUST VON FRORIEP,

R DER ANATOMIE UND DIREKTOR DER ANATOMISCHEN ANSTALT AN DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN

R LICHTDRUCKTAFEL, ZAHLREICHEN ABBILDUNGEN IM TEXT UND

S VON 38 TAFELN IN HOLZSCHNITT UND TEILWEISE IN DOPPELDRUCK

GEZEICHNET VON RICHARD HELMERT.

VIERTE, MIT DER DRITTEN ÜBEREINSTIMMENDE AUFLAGE.



LEIPZIG

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH

1913.




ANATOMIE FÜR KÜNSTLER.

ANATOMIE

FÜR

KÜNSTLER.

KURZGEFASSTES LEHRBUCH

DER

ANATOMIE, MECHANIK, MIMIK UND PROPORTIONSLEHRE

DES

MENSCHLICHEN KÖRPERS

VON

DR. AUGUST FRORIEP,

PROFESSOR DER ANATOMIE UND DIREKTOR DER ANATOMISCHEN ANSTALT
AN DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN.

MIT EINER LICHTDRUCKTAFEL, ZAHLREICHEN ABBILDUNGEN IM TEXT
UND EINEM ATLAS VON 38 TAFELN IN HOLZSCHNITT UND THEILWEISE
IN DOPPELDRUCK

GEZEICHNET VON RICHARD HELMERT.

4. MIT DER 3. UEBEREINSTIMMENDE AUFLAGE.



LEIPZIG
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH
1913.

Manuldruck Druck von F. Ullmann in Zwickau S.

INHALT.

Verzeichnis der Figuren auf den Tafeln.

Anatomische Tafeln.

Proportions-Tafeln.

ALLGEMEINES.

Symmetrie

Der Körperbau des Menschen und fast aller mit einer vollkommeneren Beweglichkeit begabten Tiere zeichnet sich durch seitliche Symmetrie aus. Die Nützlichkeit dieser Einrichtung ist einleuchtend. Die geradlinige Fortbewegung im Raum erheischt einen Apparat, in welchem die bewegten Massen sowohl, wie die bewegenden Organe, zu beiden Seiten der Bewegungslinie ungefähr die gleichen sind nach Gewicht und Bewegungskraft. Sehr einfach erläutert dies eine Vergleichung der Lokomotive und der stehenden Dampfmaschine: die erstere muss symmetrisch sein, die letztere bedarf der Symmetrie nicht, so wenig wie die Pflanzen und die festgewachsenen Tiere.

Zwar bleibt die ursprünglich symmetrische Anlage des Körpers im Laufe der Entwickelung nicht in voller Schärfe bestehen, so dass der erwachsene Mensch gewisse regelmäßige Größenunterschiede der rechten und der linken Körperhälfte darzubieten pflegt. Sehen wir jedoch von diesen relativ kleinen Abweichungen ab, so verhält sich die eine Körperhälfte zur anderen wie zu ihrem Spiegelbilde und beide grenzen in einer Ebene an einander, die als Mittelebene oder Medianebene für die Beschreibung des Körpers von Wichtigkeit ist. Man bezeichnet die Teile nach ihrer Lage zu der Mittelebene als innere (mediale), wenn sie der Mitte näher, als äußere (laterale), wenn sie ihr ferner liegen, und ebenso nennt man die Flächen und Ränder der Organe innere und äußere, je nachdem dieselben der Mittelebene zu- oder von ihr weggekehrt sind. Indem man sich diese Mittelebene nach unten bis zum Erdboden fortgesetzt denkt, behalten die Bezeichnungen auch ihre Gültigkeit für die unteren Gliedmaßen; für die oberen gelten sie unter dem Vorbehalt, dass der Arm in ruhig herabhängender Lage gedacht ist. Die Benennungen vorn und hinten, oben und unten beziehen sich auf die aufrechte Stellung. Entsprechend der symmetrischen Anlage sind, mit Ausnahme gewisser Eingeweide, alle Teile des Körpers entweder doppelt vorhanden, wie der rechte und der linke Arm, und werden dann paarige Teile genannt, oder sie liegen, wenn sie nur einmal vorhanden sind, gerade auf der Mitte als unpaare Teile und bestehen aus zwei symmetrischen, in der Mittelebene mit einander verschmolzenen Hälften, wie z. B. die Knochen der Stirn, des Hinterhauptes und des Unterkiefers.

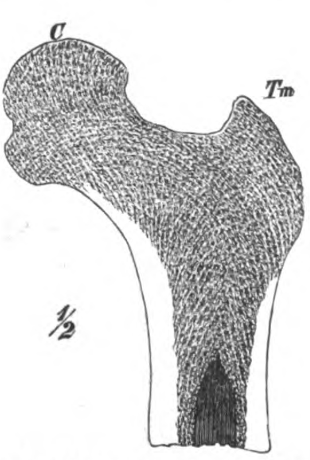
Gliederung des Knochengerüstes

Alle Abschnitte, aus denen sich der Körper bei seinen Bewegungen zusammengesetzt zeigt, enthalten als Grundlage und innere Stütze Abschnitte des Knochengerüstes, so dass dieses die Gliederung des Leibes in allen seinen Teilen mitmacht. Wie vollständig dies der Fall ist, zeigt am besten die Wirkung des Gerippes in

bildlichen Darstellungen, wie z. B. in den sogen. Totentänzen. Der Sensenmann vermag hier durch seine Stellungen sogar die Illusion der Bewegungen hervorzurufen, obwohl ihm doch die eigentlichen Organe der Bewegung, die Muskeln, fehlen.

Form und Bau der Knochen

Die Form der Knochen ist eine verschiedene je nach der Aufgabe, die ihnen zugeteilt ist. Die langen Knochen der Gliedmaßen sind starkwandige Röhren aus kompakter Knochensubstanz, deren Enden bedeutend dicker sind als das Mittelstück oder der Schaft. Dies hat seinen guten Grund. Die Enden müssen große Berührungsflächen für die Gelenke darbieten, der Schaft aber darf nicht zu umfangreich sein, sondern soll den Muskeln Raum lassen. Das Missverhältnis der Masse, welches bei gleichmäßiger Materialverteilung aus dieser Form erwachsen würde, ist dadurch vermieden, dass die Enden nicht aus derselben kompakten Substanz bestehen wie die Röhren, sondern aus sogenannter schwammiger Knochensubstanz. Die Natur verfährt hier wie ein moderner Techniker, der mit möglichster Materialersparnis eine darum nicht minder tragfähige Brücke baut; sie wählt, die Sparrenkonstruktion der Gitterbrücke. In den Zug- und Drucklinien bilden sich Knochenbälkchen, die Zwischenräume dagegen, die nichts zu tragen haben, bleiben frei, d. h. sie füllen sich mit Fettgewebe, dem sogenannten Knochenmark, von welchem auch der Hohlraum des Schaftes, die Markhöhle, ausgefüllt ist.



Längsdurchschnitt des oberen Endes des Oberschenkelknochens. *C* Gelenkkopf. *Tm* großer Rollhügel. Knochensubstanz weiß, Knochenmark schwarz. Der gesetzmäßige Verlauf der Knochenbälkchen ist erkennbar.

Die platten Knochen, wie sie z. B. das Schädeldach bilden, bestehen aus zwei Tafeln von kompakter Substanz, welche eine ganz dünne Schicht schwammiger Masse zwischen sich haben. Die kurzen Knochen, z. B. Wirbelkörper und Knochen der Handwurzel, sind gebaut wie das Ende eines Röhrenknochens, aus schwammiger Substanz mit dünner kompakter Rinde.

Eigenschaften der Knochensubstanz

Die Knochen besitzen plötzlichen mechanischen Angriffen gegenüber eine sehr bedeutende Festigkeit, und im Hinblick auf diese glücklicherweise täglich sich bestätigende Erfahrung ist die Thatsache überraschend, dass im Gegenteil andauernden oder oft wiederholten Einwirkungen von Druck oder Zug die Knochen nicht vollkommen zu widerstehen vermögen und dass infolge dessen gerade diese starren und harten Stützen, wenn man sie im Laufe des Wachstums beobachtet, zu den veränderlichsten Teilen unseres Körpers gehören.

Knochenwachstum

Das wird begreiflich, wenn man erfährt, wie der Knochen wächst. Er wächst nicht durch gleichmäßige Ausdehnung in allen seinen Teilen, wie z. B. ein Gegenstand, der durch Wasseraufnahme aufquillt, sondern vielmehr dadurch, dass sich an seiner Oberfläche und an seinen Enden neue Knochensubstanz anlagert, während gleichzeitig im Innern früher gebildete wieder aufgesaugt wird. Wo nun ein anhaltender Druck auf die Knochenoberfläche wirkt, da kann keine Neubildung von Substanz stattfinden, es kommt hier sogar zur Aufsaugung der vorhandenen; und umgekehrt muss die Neubildung sehr begünstigt und beschleunigt werden an Stellen, wo ein Zug an der Knochenoberfläche angreift und wie ein Schröpfkopf die Säfte nach der Stelle hinzieht.

Entstehung der Knochenformen

So formt sich der Knochen unter dem Einfluss dieser beiden Faktoren; seine Ausgestaltung von der Geburt bis zum erwachsenen Zustand zeigt die Wirkungen

derselben auf Schritt und Tritt. Wo ein Muskelbauch einem Knochen anliegt und entsprechend der Anschwellung, die mit einer jeden Verkürzung einhergeht, regelmäßig auf ihn drückt, da entsteht eine gehöhlte Oberfläche und desgleichen schneiden Sehnen, die über Knochenränder umbiegen, tiefe Rinnen in dieselben ein. Wo dagegen das Ende eines Muskels sich am Knochen ansetzt und bei jeder Bewegung zieht, da entstehen die Höcker, die Knochenfortsätze und rauhen Kanten.

Aber, wird man geneigt sein einzuwenden, die langen Knochen der unteren Gliedmaßen wachsen doch trotz des bedeutenden Druckes der Körperlast, der beim Stehen und Gehen auf sie wirkt. In der That ist dies eine auffallende Erscheinung; die genauere Prüfung der wachsenden Knochen giebt aber Anhaltspunkte zu ihrer Erklärung.

Knorpelüberzug

Zunächst sehen wir auch noch bei Knochen Erwachsener die Enden, so weit dieselben mit Nachbarknochen in Berührung kommen, durch den Knorpelüberzug gewissermaßen gepanzert gegen nachteilige Druckwirkungen. Die Knorpelsubstanz bedarf, im Gegensatz zu der Knochensubstanz, zu ihrer Entwicklung und Erhaltung geradezu eines gewissen auf sie wirkenden Druckes, sie verkümmert oder schwindet, wenn sie, z. B. in kontrakten Gelenken, längere Zeit hindurch nicht benutzt wird. Der Knorpel ist daher auch in der verhältnismäßig dünnen Lage, wie er die Gelenkenden überzieht, wohl befähigt, die unter dem Druck drohende Aufsaugung des Knochengewebes zu verhindern. Die Neubildung des letzteren jedoch, die das Wachstum erheischt, zu ermöglichen oder zu begünstigen, würde er wahrscheinlich nicht ausreichen. Zu diesem Zwecke bleiben größere Abschnitte an beiden Enden des Röhrenknochens knorpelig und wandeln sich erst im Lauf des Kindesalters von innen heraus zu Knochen um. Ein einzelner Knochen des Jünglings besteht daher noch aus drei Knochenstücken: einem langen Mittelstück (Diaphyse) und zwei Endstücken (Epiphysen), deren jedes mit dem Mittelstück durch eine zwischenliegende Knorpelplatte vereinigt ist. An diesem Grenzknorpel findet die Knochenneubildung behufs des Längenwachstums statt, und nur so lange als derselbe sich erhält, kann der Knochen länger werden. Zwischen dem 20. und 23. Lebensjahre verschwinden die letzten dieser Knorpelgrenzen und damit steht das Wachstum der Glieder still.

Wachstumsknorpel

Schädelknochen

Andere Knochen, namentlich die des Kopfes, bewahren sich die Möglichkeit des Größerwerdens bis in spätere Jahre. Die bekannten feinen Spalten, welche den knöchernen Schädel in einzelne Knochen scheiden, sind im Leben von einer Bandmasse erfüllt, die zwar kein Knorpel ist, die aber, wie der Knorpel für die übrigen Knochen, hier die Bedeutung hat, an ihren Grenzen die Knochenneubildung zu vermitteln.

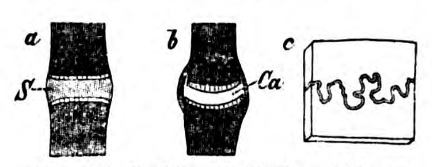
Naht

Man nennt sie **Nähte** (Suturae) und versteht unter dieser Bezeichnung eine unbewegliche Verbindung zweier Knochenstücke, die durch eine dünne Lage von Bandmasse hergestellt ist. Man unterscheidet die bleibenden Nähte, wie sie der Schädel des Erwachsenen zeigt, von nicht bleibenden, wie z. B. die Stirnnaht, die das Stirnbein während des ersten Lebensjahres in zwei symmetrische Hälften scheidet. Streng genommen sind aber auch die bleibenden vergänglich, denn in höherem Alter schließen sich die meisten ganz oder teilweise und nicht selten kommt es schon in mittleren Jahren zu derartigen Verknöcherungen, die man gleichwohl nicht für krankhaft erklären kann. Krankhaft sind sie dann, wenn sie bereits im Kindes- oder Jünglingsalter auftreten; sie zeigen dann an, dass das Seelenorgan, dessen Gehäuse der Schädel ist, in seinem Wachstum stillsteht und dadurch das Geschöpf, dem es angehört, zu einem höheren oder geringeren Grad von Kretinismus oder Blödsinn verurteilt.

Fuge

Der Naht sehr nahe steht eine andere Art der Verbindung, die **Fuge** (Symphysis), die sich von ihr nur durch größere Mächtigkeit der Bandmasse unterscheidet, aber ebenfalls eine unbewegliche Vereinigung zweier Knochen herstellt. Man spricht je

nach dem Material der Zwischenmasse von **Knorpelfugen** und **Bandfugen**. Das reinste, jedoch nicht bleibende Beispiel der ersteren sind die erwähnten Grenzknorpel der wachsenden Röhrenknochen; als bleibende Knorpelfuge sieht man die Verbindung der beiden Schambeine in der Mittelebene an, die sogen. Schoßfuge. Bandfugen sind die Verbindungsscheiben zwischen den Wirbelkörpern, diese haben aber eine Eigentümlichkeit, durch die sie sich doch wieder über die eigentliche Fuge erheben: sie schließen in ihrer Mitte einen Kern von gallertartigem Gewebe ein und gewinnen dadurch eine etwas freiere Biegsamkeit.



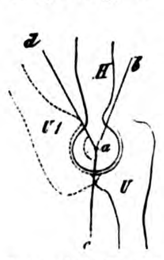
Schematische Darstellung der Knochenverbindungen. *a* Fuge, *b* Gelenk, *c* Naht. *S* Bandmasse, *Ca* Gelenkhöhle durch die Gelenkkapsel abgeschlossen.

Straffes Gelenk

Eine Übergangsform zwischen der unbeweglichen Fuge und dem frei in bestimmten Bahnen beweglichen Gelenk bildet das **straffe Gelenk** oder **Fugengelenk** (Amphiarthrosis), welches man sich durch Bildung eines Spaltes innerhalb einer Knorpelfuge entstanden denken kann. Zwei annähernd ebene und gleich große Knorpelflächen ruhen an einander und werden durch eine ringsum straffe Bandhülle festgehalten. Es gestattet eine ganz geringe Verschiebung der beiden Knochen, die aber über ein unbestimmtes Wackeln nicht hinauskommt, und ist überall da verwendet, wo aus mehreren Knochenstücken ein in sich zwar nicht bewegliches, aber doch elastisch nachgiebiges Ganze sich herstellen sollte, wie z. B. im mittleren Teil des Fuß- und Handskeletts.

Gelenk

Von ungleich höherem Interesse als diese mehr oder weniger starren Verlötungsvorrichtungen sind für uns die frei beweglichen Verbindungen der Knochen unter einander, die **Gelenke** (Diarthrosis, Articulatio), welche für die jeweilige Erscheinungsform des menschlichen Körpers allererste Bedeutung haben. Denn wenn auch die Bewegungen der Körperteile zu einander und des ganzen Körpers zu seiner Umgebung, in ihrem Zustandekommen, Leistungen anderer Organe sind, nämlich der Muskeln, so wird doch sowohl die Art als der Umfang derselben im wesentlichen nicht durch die bewegenden Muskeln, sondern durch die Konstruktion des bewegten Apparates bestimmt. Deshalb ist die Kenntnis des letzteren ganz unentbehrlich für den Künstler, der den bewegten Körper im Bilde darstellen will; er muss vor allem die Punkte und Linien kennen, welche bei den Bewegungen ihren Platz nicht verändern, sich also verhalten wie die Achse bei der Umdrehung des Rades, und deshalb auch als **Achsen der Bewegungen** bezeichnet werden. Freilich gleichen diese einer gewöhnlichen Wagenachse in so fern nicht, als sie keine körperliche Ausdehnung besitzen. Sie finden aber ihr genaues Abbild in der mathematischen Achse zweier Eisenbahnräder. Diese letzteren sind bekanntlich mit ihrer Achse unbeweglich verbunden; beim Laufen der Räder dreht sich die Achse in den beiden Achsenlagern und nun ist es erst die ideale Achse dieser realen, rädertragenden Achse, welche eine ihre Lage zum Rad und zum Wagen nicht verändernde Linie darstellt und den Bewegungsachsen der Gelenke vollständig entspricht.



Schematische Darstellung eines Gelenkes. *a* Achse, um welche die Drehung des Knochens *U* in der Richtung nach *U1* erfolgt.

Gelenkflächen

Die Enden je zweier Knochen berühren sich, wie schon erwähnt, im Gelenk mit durch Knorpel geglätteten Flächen; diese sogen. **Gelenkflächen** sind einander kongruent, berühren sich also aufs innigste und sind befähigt, sich gleitend aneinander zu verschieben, ohne dabei die innige Berührung aufzugeben. Aus der Beinhaut, welche die Knochen überall überzieht, geht an den Rändern der Gelenkflächen eine Membran

hervor, die Gelenkkapsel, welche, von Knochen zu Knochen verlaufend, den Binnenraum des Gelenkes abschließt.

Zusammenhalt der Gelenke

Da die Gelenkflächen sich stets innig berühren und auch die Gelenkkapsel gefaltet oder straff sich immer dicht an die überknorpelten Teile anschmiegt, so ist der Binnenraum verschwindend klein; und da die Gelenkschmiere (Synovia), die ihn ausfüllt, unveränderlich in ihrem Volum, so ist auch der Binnenraum unveränderlich, d. h. die Gelenkflächen können sich nicht von einander entfernen, ohne dass ein leerer Raum entstände. Indem nun der von allen Seiten gleichmäßig und ununterbrochen auf die Körperoberfläche wirkende Druck der Atmosphäre sich der Bildung von leeren Räumen im Inneren widersetzt, so ist damit der Zusammenhalt des Skeletts in seinen Verbindungen schon durch rein physikalische Bedingungen gesichert. Für die Körperbewegung erwächst daraus der große Vorteil, dass die Muskeln zum Tragen der herabhängenden Glieder nicht gebraucht werden und daher z. B. die Muskeln des Beines zwischen jedem Schritt eine kleine Ruhepause gewinnen in dem Augenblick, wo das Bein frei hängend nach vorn schwingt.

Mechanismus der Gelenke

In welcher Weise wird nun die Art der Bewegung durch die Konstruktion des Gelenkes vorgezeichnet?

Folgen wir den Bewegungen der Glieder mit den Augen, so werden wir bald zwei Arten von Gelenken unterscheiden können. Wird z. B. der Vorderarm im Ellbogen bewegt, abwechselnd zum Oberarm hingebogen und wieder von ihm weggestreckt, so sehen wir, dass jeder Punkt des Vorderarms einen Kreis beschreibt, dessen Zentrum im Ellbogen liegt; der Vorderarm bewegt sich also am Ellbogen wie ein einarmiger Hebel an seinem Unterstützungspunkt. Wir bemerken aber sogleich auch, dass alle jene Kreise in einer und derselben Ebene liegen, dass jeder Punkt des Vorderarms bei der Bewegung nur einen ganz bestimmten Kreis beschreiben, zu seiner Anfangsstellung demnach auf keinem anderen Wege als auf dem bereits durchlaufenen zurückkehren kann. Anders ist es, wenn der Ellbogen in gestreckter Lage gelassen und der ganze Arm in der Schulter bewegt werden soll. Da entsteht sofort eine Frage, die beim Ellbogen gar nicht auftauchte, nämlich die: nach welcher Richtung soll ich den Arm führen? Der in der Schulter bewegte Arm beschreibt, wie vorhin der Vorderarm, mit allen seinen Punkten Kreise, deren Zentrum sich nun im Schultergelenk befindet. Jeder Punkt ist aber nicht wie beim Vorderarm in einen einzigen Kreis festgebannt, sondern jeder Punkt kann sich frei in einer Kugelfläche bewegen, deren Mittelpunkt in der Schulter liegt, kann also von einem Orte zu einem anderen nicht bloß auf einem einzigen, sondern auf verschiedenen Wegen gelangen.

Beide Gelenke stimmen demnach darin überein, dass die Bewegung des einen Knochens am anderen eine drehende Bewegung ist, und zwar Drehung um eine durch das Gelenk verlaufende feststehende Linie, die sogen. Achse. Beide sind aber verschieden dadurch, dass das Ellbogengelenk ein »zwangläufiges« ist, d. h. nur eine einzige, ein für allemal festgestellte Bewegungsachse besitzt, das Schultergelenk dagegen ein »freiläufiges« ist, d. h. unendlich viele Achsen, eine nach der andern, zur Benützung darbietet.

Gelenkkörper

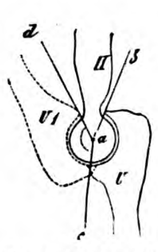
Nach diesen Angaben über die beiden Gelenkarten wird jeder Mechaniker sofort sagen können, welche Form die an einander gleitenden Gelenkflächen in denselben haben müssen. Sie müssen durchweg Rotationskörpern angehören, d. h. solchen Körpern, die auf der Drehbank gedreht sein könnten. Denn in allen Gelenken des menschlichen Körpers ist die Bewegung eine Drehbewegung, in den einen ausschließlich um eine Achse, in den anderen um mehrere. Dem entsprechend sind die Gelenkkörper jener zwangläufigen Gelenke einachsig, es sind Cylinder, Kegel oder Zusammensetzungen mehrerer Kegel. Die Gelenkkörper der freiläufigen Gelenke

dagegen sind mehrachsig, und zwar entweder vielachsig, wie beim Kugelgelenk, oder zweiachsig, wie beim Sattelgelenk.

Da in jedem Gelenke beide Gelenkflächen demselben Rotationskörper angehören müssen, so folgt von selbst, dass überall die eine konvex, die andere konkav um denselben Mittelpunkt gekrümmt ist. So entstehen die beiden als Kopf und Pfanne unterschiedenen Gelenkteile. Gelenkkopf und Gelenkpfanne passen in einander wie irgend ein Körper in seinen genau geformten Abguss.

Charnier

Das einachsige Gelenk heißt Charnier oder Winkelgelenk (Ginglymus). Der Ellbogen und die Gliedgelenke der Finger liefern die reinsten Beispiele. Das Ende des einen Knochens trägt eine konvexe Rolle, deren Achse die Längsrichtung des Knochens unter rechtem Winkel schneidet; an dieser Rolle gleitet der andere Knochen mit einer entsprechend gehöhlten Pfanne. In der Regel ist die Rolle und mit ihr die Beweglichkeit nach der einen Seite hin mehr entwickelt als nach der anderen, so dass die Bewegung zwischen geradliniger und stark geknickter Stellung des einen Knochens am anderen spielt und als Streckung (Extension) und Beugung (Flexion) unterschieden wird. Die Achse der Gelenkrolle, die zugleich die einzige Achse der Bewegung ist, kann am anatomischen Präparat leicht bestimmt werden, indem man in die beiden Seitenflächen der Rolle spitze Stahlnadeln eintreibt und ihre Stellung so lange verändert, bis beide während der Bewegungen der Rolle ihre Lage nicht mehr wechseln, sondern sich nur um sich selbst drehen. Denn die Achse der Bewegung ist ja, wie erwähnt, nichts anderes als diejenige den Gelenkkörper durchsetzende Linie, welche bei allen Bewegungen ruhig an ihrem Platze bleibt, weil sie die Mittelpunkte aller der Kreise darstellt, welche die Teile der bewegten Knochen bei der Bewegung durchlaufen. Die Achse liegt natürlich immer in dem konvexen Gelenkteil. An den beiden Austrittsstellen derselben entspringen zwei Bänder, die charakteristisch für das Charniergelenk sind: die Seitenbänder. Straff und fest sind dieselben von einem zum andern Knochen herübergespannt und behindern die Bewegung nur deshalb nicht, weil sie eben an den Austrittsstellen der Achse befestigt sind. Sie erhöhen den festen Schluss des Gelenks und verhindern ein seitliches Abgleiten der Gelenkflächen. Zwischen den Seitenbändern, auf der Streck- und auf der Beugeseite des Gelenkes, ist die Kapsel weit und schlaff, weil sie sich hier abwechselnd in dichte Falten legen und wieder ausspannen muss.



Charniergelenk (Ellbogen). *H* Oberarmknochen. *U* Elle in der Streckstellung. *U 1* Elle in der Beugestellung. Der Punkt bei *a* bezeichnet die Lage der Achse.

Man hat von der Gruppe der Charniergelenke das sogenannte Rollgelenk absondern wollen, jedoch mit Unrecht. Die Verbindung z. B. der beiden Vorderarmknochen unter einander, welche die Rollbewegung (Rotation), d. h. die Drehung des Vorderarms und der Hand um sich selbst ermöglicht, ist so gut ein Charnier wie das Ellbogengelenk; der einzige Unterschied ist der, dass beim Rollgelenk die Achse nicht rechtwinklig, sondern parallel zur Längsrichtung der betreffenden Knochen liegt, also etwa so, wie bei der Verbindung einer sehr hohen und schmalen Thür mit ihrem Thürpfosten.

Kugelgelenk

Das vielachsige Gelenk heißt Kugelgelenk (Arthrodia). Es ist die freieste Verbindung des Skelettes, wie es auch die beweglichste Vereinigung ist, die der Techniker den Maschinenteilen geben kann. Ein Kugelabschnitt bewegt sich in einer entsprechenden Hohlkugel und kann sich in ihr natürlich um jede Linie drehen, die den Mittelpunkt der Kugel schneidet. Es werden jedoch bei der Zergliederung der Bewegung drei Hauptachsen zu Grunde gelegt, die den drei Dimensionen des Raumes

entsprechen: 1) die quere Achse von einer Seite zur andern mit der *Beugung* und *Streckung* als zugehöriger Bewegungsart; 2) die zu jener rechtwinklige, aber ebenfalls horizontale Achse von hinten nach vorn, welche den Bewegungen nach der Mittelebene hin, *Anziehung* (Adduktion), und von ihr weg, *Abziehung* (Abduktion), dient; 3) die als Konstruktionsachse des betreffenden Gliedes in diesem selbst verlaufende Längslinie, die Achse der *Rollbewegung oder Wendung* des Gliedes um sich selbst. Die Kapsel muss auf allen Seiten weit und schlaff sein, weil straffe Bänder die freie Beweglichkeit wieder aufheben würden. Das Schulter- und Hüftgelenk sind die schönsten Beispiele dieser Verbindung. Da in ihnen Oberarm und Oberschenkel die konvexen Flächen tragen, so liegen die Achsen im bewegten Glied und folgen diesem in seine verschiedenen Stellungen.

Sattelgelenk

Ein *zweiachsiges* Gelenk, welches jedoch seltene Verwendung gefunden hat, ist das *Sattelgelenk*. Die beiden Achsen schneiden sich unter rechtem Winkel und von den beiden Rotationskrümmungen hat die eine ihren Mittelpunkt in dem einen, die andere in dem anderen Knochen; jede Gelenkfläche ist also zugleich Kopf um die eine, Pfanne um die andere Achse. Die Berührungsfläche entspricht vollkommen derjenigen eines Reitsattels: konkav von hinten nach vorn und konvex von einer Seite zur anderen. Die bevorzugten Bewegungen sind die um die beiden Achsen; aus jeder beliebigen Stellung an der einen kann aber die Bewegung um die andere Achse beginnen und die Beweglichkeit nähert sich daher der des Kugelgelenks. Nur *eine* Bewegung dieses letzteren ist bei dem Sattelgelenk ganz ausgeschlossen, nämlich die Rollbewegung oder Wendung. Das bestentwickelte Sattelgelenk im menschlichen Körper ist das Daumengelenk an der Handwurzel.

Umfang der Bewegung in den Gelenken

Der Umfang der Bewegung ist in allen Gelenken in erster Linie abhängig von dem Größenunterschied zwischen Kopf und Pfanne. Je größer die konvexe Gelenkfläche im Vergleich zur konkaven, um so länger ist der Weg, auf dem sich beide an einander verschieben können, um so größer also der Bewegungsausschlag des Knochens. Das Maximum dieses letzteren nennt man die *Exkursionsgröße*, den *Spielraum* oder *Ausschlagwinkel* der Bewegung um eine gegebene Achse, und misst denselben mit Hilfe eines Winkelmessers, dessen Drehpunkt in die Bewegungsachse, die Zeiger in die Endstellungen des betreffenden Gliedes gebracht werden. Die *Hemmung* der Bewegung würde schließlich durch Anstoßen des Pfannenrandes an den Rand des Gelenkkopfes erfolgen; in der Regel kommt es aber nicht ganz so weit, sondern es sind Bänder, die sich vorher spannen, oder gar Muskeln, die, in gewissen Stellungen schon früher an das äußerste Maß ihrer Dehnung gebracht, der Bewegung Einhalt thun.

Schema eines Gelenkes. Der Punkt bei *a* bezeichnet die Lage der Drehungsachse. Der Winkel *dac* entspricht der Größe des Spielraumes der Bewegung.

Muskeln

So weit ist der Bewegungsapparat des menschlichen Körpers eine tote Maschine, deren Konstruktion zwar die Bahnen der Beweglichkeit vorzeichnet und den Umfang derselben im wesentlichen festsetzt, welche aber, um wirklich in Bewegung gesetzt zu werden, fremder Hilfe bedarf. Diese leisten die *Muskeln*, Dank ihrer Fähigkeit, unter dem Einfluss der sie erregenden Nerven sich verkürzen zu können und dadurch die Knochenpunkte, an denen ihre beiden Enden befestigt sind, einander zu nähern.

Bau des Muskels

Die einzelnen Muskeln sind bestimmt begrenzte, selbständige Fleischkörper, welche in der Umgebung der Knochen in verbindendes Gewebe eingebettet liegen und so das ausmachen, was man im gewöhnlichen Leben das Fleisch nennt. Der eigentlich fleischige, durch seine rote Färbung ausgezeichnete Teil des Muskels wird der *Muskelbauch* genannt und ist der wichtigste Teil, nicht nur weil er, den

Tieren, die wir essen, entnommen, als Speise wohlschmeckend und nahrhaft, sondern weil er im Leben der Träger der Funktion, der Erzeuger der Bewegung ist. Der Muskelbauch lässt sich meist in kleinere Körper, dann in noch dünnere Stränge und schließlich in nicht weiter spaltbare Fasern zerlegen, welche höchstens halb so dick als Kopthaare sind. Diese Fleischfasern sind die kontraktilen Elemente des Muskels, d. h. sie besitzen während des Lebens die Eigenschaft, einen vom Willen aus durch Vermittlung der Nerven auf sie wirkenden Reiz zu beantworten durch das Bestreben, kürzer und gleichzeitig dicker zu werden. Man nennt diesen veränderten Zustand den Zustand der Zusammenziehung oder Kontraktionszustand der Fleischfasern. Das Gesamtresultat der Zusammenziehung aller zu einem Muskelbauch vereinigten Fleischfasern ist die Verkürzung und gleichzeitige Anschwellung des Muskels, d. h. seine Zusammenziehung. Der Muskel vermag im zusammengezogenen Zustand nur eine gewisse kürzere oder längere Zeit zu verharren, dann kehrt er in den der Erschlaffung zurück, d. i. zu einer größeren Länge und geringeren Dicke seiner Fleischfasern. Die Zusammenziehung ist die Arbeit des Muskels, die Erschlaffung seine Ruhe; regelmäßiger Wechsel von Arbeit und Ruhe ist die günstigste Bedingung für die Entwicklung und Erhaltung der Muskeln, wie für das Wohl organisierter Körper überhaupt.

Zusammenziehung und Erschlaffung

Unterschied des arbeitenden und des ruhenden Muskels

Es ist nun durchaus nicht selbstverständlich, dass der Kontraktionszustand eines Muskels thatsächlich auch eine Verkürzung desselben herbeiführt. Wenn man sich bemüht, ein Gewicht zu heben, welches man nicht heben kann, so gelangen die beteiligten Muskeln thatsächlich nicht zur Verkürzung und gleichwohl befinden sie sich, solange die Bemühung dauert, im höchsten Grade des Kontraktionszustandes. Ein äußerlich fühlbares Merkmal dieses Zustandes ist das Härterwerden der Muskelsubstanz. Der arbeitende Muskel fühlt sich hart und straff an, der ruhende Muskel ist weich und nachgiebig.

Ein Irrtum aber wäre es, wenn man sich den ruhenden Muskel als einen schlaffen, leblosen Strang vorstellen wollte. Schlaff ist er nur in dem Sinne, dass er jeder Einwirkung nachgiebt; auch dem Zug der eigenen Schwere. So hängen z. B. lange Muskeln, wie etwa die Beuger und Anzieher am Oberschenkel, wenn sie nicht gebraucht und nicht unterstützt werden, in flachem Bogen herab wie eine Hängematte (davon kann man sich am eigenen Körper überzeugen, wenn man bei gebeugten Knieen an die Kante des Stuhles rückt). Dagegen ist der ruhende Muskel nicht schlaff in dem Sinne, dass er etwa bei passiver Näherung seiner Enden wie ein lebloser Stoff Falten schlüge.

Unterschied des ruhenden und des toten Muskels

Die Muskeln des lebenden Menschen sind durch eine ganz außerordentliche Elastizität ausgezeichnet. An schlafenden oder chloroformierten Personen, bei welchen sich alle Muskeln in vollkommener Erschlaffung befinden, kann man durch passive Bewegung der Glieder die Länge eines beliebigen Muskels vergrößern oder verkleinern, er passt sich vermöge seiner Elastizität innerhalb beträchtlicher Grenzen jeder Lage an. Wie ein Gummiband lässt er sich ohne Widerstand dehnen und geht auch wieder zusammen ohne eine Falte zu bilden.

Anders verhalten sich die Muskeln der Leiche. Nach dem Tode folgt zunächst die sogen. Totenstarre; das ist eine Erstarrung der Muskeln in der Lage, in der sie sich gerade befinden, infolge von Gerinnung eines im Leben flüssigen Bestandteils der Muskelsubstanz. Sie beginnt in der Regel innerhalb der ersten drei Stunden nach dem Tode und dauert zwei bis drei Tage. Dann löst sie sich infolge weitergehender Zersetzung, und nun sind die Muskeln wieder nachgiebig. Ein solcher schlaffer Muskel der Leiche ist aber himmelweit verschieden von einem erschlafften Muskel des Lebenden, — und darin liegt eine Schwierigkeit des Studiums an der Leiche, denn

der Künstler soll ja nicht die Anatomie des Kadavers, sondern den Körperbau des Lebenden verstehen. Durch den Tod hat der Muskel seine Elastizität verloren; er lässt sich zwar ausdehnen, kehrt aber nimmermehr zu seiner früheren Länge zurück. So kommt es, dass das anatomische Präparat nur für die mittleren Stellungen der betreffenden Glieder plastisch richtige Anschauungen gewährt, dass dagegen jede beträchtlichere Bewegung gerade die bei dieser Bewegung thätigen Muskeln in Falten knickt und zu unkenntlichen Massen zusammenschiebt. Hier muss die Beobachtung des Lebenden Kontrole üben. Der anatomischen Zergliederung allein zugänglich ist dagegen die genaue Abgrenzung, wie weit in einem Muskel die Fleischfasern reichen, die Aufsuchung der Gegend, wo der kontraktile Teil des Muskels aufhört und die Sehne beginnt. Und dies ist für den Künstler nicht minder wissenswert.

Sehne

An ihren beiden Enden nämlich geht jede Fleischfaser in eine viel dünnere Sehnenfaser über, welche nicht die Fähigkeit der Verkürzung besitzt, sondern lediglich die Aufgabe hat, die Wirkung jener Formveränderung der Fleischfaser auf andere Körperteile zu übertragen. Die Gesamtheit der Sehnenfasern, die aus einem Muskelbauch hervorgehen, bildet die Sehne des Muskels, welche entsprechend dem geringen Durchmesser der Sehnenfasern im Stande ist, den Zug sehr umfangreicher Muskelmassen auf sehr kleine Knochengebiete zu konzentrieren. Bei manchen Muskeln, wo die Wirkung auf sehr entfernte Skelettteile übertragen werden soll, ist die Sehne sehr lang, wie z. B. an den langen Muskeln der Finger. Bei anderen Muskeln dagegen ist sie so kurz, dass sie sich gar nicht selbständig darstellt, sondern der Muskel fleischig bis an den Knochen herangeht und sich an ausgebreitete Flächen ansetzt.

Die Sehnenfasern sind farblos, die Sehne setzt sich daher als weiße, glänzende Faserung von dem roten Muskelfleisch sehr scharf ab. Das gegenseitige Verhalten von Fleisch und Sehne ist auf den Tafeln dieses Lehrbuches mit besonderer Sorgfalt wiedergegeben und durch den Rotdruck des Muskelfleisches leicht kenntlich gemacht.

Verschiedene Formen der Sehne

Nicht in allen Muskeln liegen die Fleischfasern alle parallel und gehen geradlinig in ihre Sehnenfasern über. Häufiger liegen sie schräg, endigen an der allmählich sich bildenden Sehne, wie die Federfahne an ihrem Schaft, und heißen dann gefiederte Muskeln (z. B. *H* in Fig. 30). Wie die Gestalt der Muskelbäuche sehr verschieden ist, so auch die der Sehnen, und die spezielle Beschreibung wird neben vielen anderen Formen auch flächenhaft ausgebreitete platte Muskeln kennen lehren, welche dann entsprechend auch in membranartig dünne Sehnenplatten (Aponeurosen) übergehen, wie z. B. die schiefen Bauchmuskeln (Fig. 10, *N*).

Formveränderung des Muskels in der Thätigkeit

Wie aber auch die Gestalt sei, immer ist festzuhalten, dass der Muskel bei seiner Zusammenziehung nur da anschwillt, wo er aus rotem Fleisch besteht, dass dagegen die Sehne unverändert bleibt. Wenn manche Sehnen gleichwohl bei der Wirkung ihrer Muskeln vorspringen und deutlicher sichtbar werden, so beruht dies darauf, dass dieselben in ihrem Verlauf in einen Winkel eingebogen liegen, aus dem der Zug des Muskels sie heraushebt. Ein Beispiel hierfür bildet das Vortreten der langen Fingersehnen am Handrücken, wenn Hand und Finger nach dem Handrücken zu bewegt werden; wenn die Hand nach der Hohlhand zu gebogen wird, verschwinden sie wieder.

Muskelbinde

Mit den Muskelsehnen nicht zu verwechseln sind die Binden oder Fascien. Das sind Umhüllungsmembranen des Muskels, die in der Regel keine Bedeutung für die mechanische Leistung desselben haben. Nur an einzelnen Stellen gehen Muskeln geradezu in Binden über, wie der Bindenspanner des Oberschenkels (Fig. 33, *F*), der lange Hohlhandmuskel (Fig. 23, *V*) und andere. In diesen Fällen wird dann die Binde zur Muskelsehne und hat die Aufgabe, den Zug des Muskels auf größere Oberflächen zu verteilen.

Ursprung und Ansatz

Die große Mehrzahl der Muskeln setzen sich mit ihren beiden Enden an Teile des Skeletts, verlaufen also von einem Knochen zum andern. Nur wenige gehen vom Skelett zur Haut; es sind die Gesichtsmuskeln, deren Bündel sogar zum Teil das Skelett gar nicht berühren, sondern von einer Stelle der Haut zur andern gehen. Alle Muskeln suchen, sobald sie sich zwischen ihren Endpunkten in angespanntem Zustand befinden, durch ihre weitergehende Zusammenziehung die Teile, an denen ihre Enden haften, einander zu nähern. Sind beide Teile gleich beweglich, so werden sie um gleiche Wegstrecken einander entgegengeführt, etwa wie zwei gleich schwere Kähne, deren einer durch ein verbindendes Seil zum andern hatte hinbewegt werden sollen. In der Regel ist aber der eine Teil weniger beweglich und wird dann gewissermaßen zum feststehenden Ufer, an welches der Kahn herangezogen werden kann. Die Anatomen haben sich gewöhnt, dasjenige Muskelende, welches an dem weniger beweglichen Teile befestigt ist, den Ursprung des Muskels, das entgegengesetzte, an dem beweglicheren Knochen, den Ansatz (Insertion) zu nennen. Die Ursprünge liegen im allgemeinen dem Stamme des Körpers näher, die Ansätze ferner, an den Gliedmaßen demnach die Ursprünge oben, die Ansätze unten. Dass sich hier die Wirkung gelegentlich umkehrt und z. B. der Fuß zeitweise zum festen Teile wird, an dem sich das Bein und mit ihm der ganze Körper bewegt, thut dem Werte jener durchgehenden Bezeichnungsweise keinen Eintrag.

Wirkungsweise der Muskeln

Überwiegend die meisten der frei beweglichen Knochen sind einarmige Hebel, in ihrem im Gelenk gelegenen Drehpunkt drehbar; nur einzelne Skelettteile, wie z. B. der Fuß in seiner Verbindung am Unterschenkel oder der Schädel auf der Wirbelsäule, sind zweiarmige. Dadurch, dass der Muskel als bewegende Kraft mit seinem Ansatz nicht am Ende des einarmigen Hebels, sondern dem Drehpunkt sehr nahe anfasst, wird der Knochen zu einem sogen. Geschwindigkeitshebel, d. h. es ist auf eine gewisse Menge von Kraft verzichtet zu Gunsten der Wegstrecke, welche die bewegte Last in der Zeiteinheit zu durchlaufen vermag.

Ein noch bedeutenderer Kraftverlust ist bedingt dadurch, dass der Zug des Muskels nicht rechtwinklig am Hebelarm anfasst, sondern unter sehr spitzem Winkel. Nach dem Satz vom Parallelogramm der Kräfte ergiebt sich aus dieser Anordnung, dass jeder Muskelzug eine bedeutendere Wirkung besitzt in der Richtung parallel zum Hebel, eine geringere senkrecht zu demselben; d. h. der Muskel drückt (wenigstens zu Anfang seiner Thätigkeit) mit einer größeren Kraft den Knochen in sein Gelenk hinein, mit einer geringeren Kraft nur dreht er ihn an diesem.

Richtung, Kraft, Hubhöhe

Die Richtung, in der ein Muskel zu ziehen strebt, ist die seiner Fleischfasern oder vielmehr eine aus der Richtung aller Fasern abzuleitende Zugrichtung des Gesamtmuskels. Aber erst durch die Lage dieser Zugrichtung zur Achse des Gelenkes ergiebt sich die Richtung, in der der Muskel wirklich ziehen kann. In jedem gegebenen Fall ist daher ein Urteil über die mögliche Leistung eines Muskels nur zu gewinnen durch Feststellung der in Frage kommenden Achse und durch die Vergleichung derselben mit der Zugrichtung des Muskels. Die Kraft, mit der ein Muskel sich zusammenzieht, wächst mit der Zahl seiner Fleischfasern. Der Weg, den der Ansatzpunkt bei der Zusammenziehung zurücklegt und den man als Hubhöhe bezeichnet, ist von der Zahl der Fleischfasern ganz unabhängig und nimmt einfach in gleichem Verhältnis mit der Länge derselben zu. Beide Funktionen aber, Kraft und Hubhöhe, sind in gleicher Weise wie die Richtung zu der Beziehung zwischen Muskel und Bewegungsachse in Abhängigkeit gesetzt und die Bewegungsachse ist es demnach in der That, welche die Art der Bewegung der Skelettteile in jeder Hinsicht beherrscht.

Hautmuskeln

Frei von dieser Herrschaft des bewegten Apparates scheinen die zur Haut

gehenden Muskeln, die Gesichtsmuskeln Hier folgt das bewegte Hautstück einfach der durch die Richtung der Fleischfasern bestimmten Zugrichtung des Muskels und kann nur durch etwa gleichzeitige Zusammenziehung anderer Muskeln von dieser abgelenkt werden, wobei allerdings das Resultat der Bewegung gleichwohl von der Beschaffenheit der bewegten Haut nicht ganz unabhängig ist. Neben der eigentlichen Bestimmung dieser Muskeln, die Öffnungen im Gesicht (Mund, Nase, Augen) zu erweitern oder zu verschließen, geht als Nebenwirkung die Faltung der Haut und die hierdurch bedingte Entstehung der Hautfurchen einher.

Mimische Bewegungen

Bedeutung erlangt diese Nebenwirkung dadurch, dass aus der ursprünglichen Aufgabe der Öffnung und Schließung von Zugängen, beim Menschen eine andere entstanden ist und jene stellenweise fast verdrängt hat: die unwillkürliche und scheinbar zwecklose Veränderung der Gestalt unter dem Einfluß von Gemütsbewegungen, also das, was wir in der Bewegung des Körpers überhaupt als Geberdenspiel oder Mimik zu bezeichnen pflegen. Jede darstellende Kunst ist, sobald sie das menschliche Leiden und Wollen zum Gegenstande nimmt, auf dieses Erscheinungsgebiet ganz vorzugsweise angewiesen; dasselbe zu beherrschen, ist aber für den Schauspieler sehr viel leichter als für den bildenden Künstler. Der Schauspieler braucht nur, beim Studium seiner Rollen, sich in die darzustellende Seelenerregung lebhaft zu versetzen, dann erscheinen von selbst diejenigen Ausdrucksbewegungen auf seinem Gesichte, welche bei jener Seelenerregung natürlicherweise einzutreten pflegen. Der bildende Künstler dagegen soll die Ausdrucksbewegungen bei Anderen beobachten, sie im Gedächtnis festhalten und durch ihre Wiedergabe im Bilde dem Beschauer die Seelenerregung vortäuschen.

Schwierigkeit der Beobachtung

Nun haben wir zwar im täglichen Menschenverkehr mimische Bewegungen täglich vor uns und wir achten auch aufmerksam auf dieselben, denn sie sind ein Teil der Sprache und nicht selten derjenige Teil, der uns die Wahrheit sagt, wenn die Zunge lügt. Aber wir kennen sie eben nur als Zeichen für etwas Anderes, nämlich für die Gemütsbewegungen, die ihnen zu Grunde liegen; diese sind uns wichtig und nur an diese denken wir. Wir sehen die Freude, den Schmerz, die Überraschung auf dem Gesicht des Anderen, wenn wir aber gefragt werden, wodurch sich Freude, Schmerz, Überraschung mimisch ausdrücken, so werden nur die Wenigsten bestimmte Auskunft geben können. Und selbst bei wohlbedachter Beobachtung ist die Auffassung des thatsächlichen Vorgangs schwierig. Das liegt nicht nur an der Flüchtigkeit der Erscheinung und der geringfügigen Veränderung in den Formen, sondern hauptsächlich an der Erregung unseres eigenen Mitgefühls, d. h. in der merkwürdigen Erscheinung, dass Gemütsbewegungen, deren mimischen Ausdruck bei Anderen wir sehen, in uns selbst mitentstehen und unsere Beobachtungsfähigkeit beeinträchtigen.

Einteilung der mimischen Bewegungen

Man kann die dem Ausdruck dienenden Bewegungen, die Geberden oder mimischen Bewegungen im weiteren Sinne, in vier Gruppen sondern, deren zweite die uns hier besonders interessierenden mimischen Bewegungen im engeren Sinne umfasst.

1) Begleitende Bewegungen, welche man noch nicht eigentlich zu den mimischen Bewegungen zu rechnen pflegt, die jedoch für das Verständnis der letzteren recht lehrreich sind; es sind unwillkürliche und meist auch unbewusste Bewegungen, die in Begleitung und als Teilerscheinungen von willkürlichen, zweckbewussten Handlungen auftreten, als die unbewussten Mittel zum bewussten Zweck. Ein gutes Beispiel führt W. Henke in den auf S. 25 zitierten Aufsätzen näher aus. Wenn wir einen im Bett liegenden Kranken liebevoll anblicken, so stellen wir, ohne es zu wissen, unser Gesicht dem Gesicht des Angeblickten gerade gegenüber, wie wir ja auch, um bequem lesen zu können, das Buch wagrecht vor die beiden Augen oder die Augen in die

Ebene der zu lesenden Zeilen rücken. Die begleitende Bewegung wird so zum mimischen Kennzeichen für die Wärme der Empfindung. Denn wenn der Krankenwärter sich nur von der Seite her über den Kranken neigt, so fühlt der unbeteiligte Beobachter so gut wie der Kranke selbst, dass nur der geschäftsmäßige Beruf ihn treibt; sobald liebevolle Teilnahme für den Leidenden ihn bewegt, wird er den Kopf schräg wenden und mit vollem Blick den Trostesbedürftigen erquicken.

2) Ausdrückende oder im engeren Sinn mimische Bewegungen; es sind unwillkürliche, auf den ersten Blick vollkommen rätselhafte Bewegungen, welche keinen ersichtlichen Zweck haben, sondern nur als äußere Begleiterscheinungen innerer Vorgänge auftreten, wie z. B. die bekannten Ausdrucksformen des Kummers, der Überraschung, des Abscheues und dergleichen mehr.

3) Malende oder pantomimische Bewegungen; es sind Hilfsmittel der Rede, durch welche wir die in unserem Geiste lebendigen Bilder von Gegenständen oder Vorgängen entweder vor uns in die Luft zeichnen oder durch Stellungen und Bewegungen unseres Körpers nachahmen, um sie dadurch dem Zuhörer anschaulicher zu machen, als Worte allein es vermögen.

4) Sinnbildliche oder symbolische Bewegungen; es sind malende Bewegungen, welche jedoch nicht den auszudrückenden Seelenvorgang oder Zustand selbst, sondern einen ähnlichen, aus anderem Vorstellungskreise entlehnten, darstellen und jenen dadurch nur gleichnisweise kennzeichnen. Der Betende z. B., welcher kniet und die an einander gelegten Hände erhebt, stellt einen Besiegten dar, welcher seine Hände dem Sieger zum Binden hinstreckt, und drückt dadurch gleichnisweise die Ergebung in den Willen der Gottheit aus.

Einfluss des Willens

Aus jeder dieser vier Gruppen werden von einem jeden Menschen, ohne dass er sich dessen bewusst ist, zahlreiche Bewegungen unter den entsprechenden Bedingungen mehr oder weniger regelmäßig ausgeführt. Dieselben können teils leichter, teils weniger leicht oder gar nicht unterdrückt werden, und in dieser Beziehung verhalten sich die vier Gruppen verschieden.

Im allgemeinen lässt sich sagen, dass diejenigen Bewegungen, welche erlernt, d. h. durch Erziehung angewöhnt sind, sich leichter unterdrücken lassen als diejenigen, welche bei Kindern auftreten, ohne ihnen gezeigt oder gelehrt worden zu sein.

Demnach werden am leichtesten vom Willen zu beeinflussen sein die symbolischen Bewegungen. Denn diese sind rein konventioneller Natur; die Wahl des Sinnbildes beruht auf Übereinkommen, ist abhängig von Sitte und Mode. Solche Bewegungen, wie z. B. das Falten der Hände oder die verschiedenen Formen des Grußes und dergleichen, müssen dem Kinde mühsam gelehrt werden.

Die malenden Bewegungen sind der Willkür schon weniger unterworfen. Zwar bilden sich auch sie erst allmählich im Lauf der Kindheit, ja selbst des späteren Lebens aus, und auch die Nachahmung spielt dabei gewiss ihre Rolle. Aber rein konventioneller Natur sind sie nicht, sie haben ihren tieferen Grund vielmehr in einer Eigenschaft unseres Denkvermögens, nämlich darin, dass wir, ohne uns dessen bewusst zu sein, alle unsere Vorstellungen aus uns hinaus versetzen. Alle Bilder von Gegenständen oder Personen, welche unser Gedächtnis bewahrt, erscheinen uns räumlich um uns her verteilt. Wenn wir recht lebhaft an einen Gegenstand denken, dann schwebt sein Bild vor uns, und als ob es der Gegenstand selbst wäre, so drehen und wenden wir das Bild unserer Einbildungskraft zwischen den leeren Händen.

In hohem Grade dem Willen entzogen sind die ausdrückenden oder im engeren Sinne mimischen Bewegungen, denn diese werden nicht erlernt, sondern treten von selbst auf, ohne dass das Kind sich ihrer auch nur bewusst wird. Sie sind es, welche vorzugsweise den Spiegel der Seele bilden und welche daher auch für den

Künstler die größte Wichtigkeit haben, da von ihrer mehr oder weniger glaubhaften Darstellung im Kunstwerk die Wirkung desselben auf den Beschauer abhängt.

Erklärungsversuche

Der wissenschaftlichen Erklärung bieten diese ausdrückenden oder im engeren Sinn mimischen Bewegungen viel größere Schwierigkeiten dar, als die Bewegungen der anderen Gruppen. Es sind in dieser Richtung zwei Erklärungsversuche vorhanden, welche man kurz als die psychologische und die zoologische Erklärung kennzeichnen könnte. Dieselben schließen sich gegenseitig nicht aus, sie ergänzen sich vielmehr und sind, jede in ihrer Art, wohl geeignet, eine Anzahl mimischer Bewegungen in befriedigender Weise ursächlich zu erklären.

Psychologische Erklärung

Die psychologische Theorie, welche in PIDERIT und WUNDT ihre hervorragendsten Vertreter hat (vgl. die Litteraturangaben auf S. 25), knüpft an die oben gegebene Erklärung der malenden Bewegungen an. Wie diese sich beziehen auf Gegenstände, welche unser Vorstellungsvermögen uns vortäuscht, eben so werden die ausdrückenden Bewegungen bedingt durch Sinneseindrücke, welche wir nicht wirklich haben, sondern nur zu haben wähnen in dem Augenblick, wo ähnlich geartete Empfindungen durch unsere Seele ziehen. So führt süßes Lob, das uns gespendet wird, unsere Lippen zu dem gleichen Schmunzeln, wie eine sehr gute, süße Speise. Eine bittere Enttäuschung dagegen lässt uns Oberlippe und Nasenflügel nach oben ziehen, gerade so wie ein bitterer, widerwärtiger Geschmack, den wir in der Speise entdecken. Für die Geschmacksempfindungen sind diese Bewegungen aus der Anatomie der Geschmacksorgane verständlich: jenes Schmunzeln nämlich unterstützt die Auskostung des süßen, das Emporziehen der Oberlippe dagegen und die Entfernung der Zunge vom Gaumen erschwert die Empfindung des bitteren Geschmacks. Gemütserregungen also rufen diejenigen Bewegungen in der Umgebung der Sinnesorgane hervor, welche bei den ähnlich gearteten Sinneseindrücken in diesen Organen aus anatomischen Gründen einzutreten pflegen. Und dies ist kurz gefasst die psychologische Erklärung der ausdrückenden Bewegungen.

Descendenzlehre

Die zoologische Erklärung derselben, welche von DARWIN herrührt (vgl. S. 25), hat zur Voraussetzung die Descendenzlehre, und um jene Erklärung würdigen zu können, müssen wir diese Lehre kurz ins Auge fassen. Es ist die wohlbegründete Annahme, dass das Menschengeschlecht sich aus tierischen Vorfahren allmählich herausgebildet und unermesslich lange Zeiträume in wildem Zustande gelebt hat. Die Vervollkommnung hat sich langsam und stufenweise vollzogen durch das Zusammenwirken dreier, stets Hand in Hand gehender Naturerscheinungen.

Zweigeschlechtliche Fortpflanzung

Erstens ist es die Mischung der beiden Geschlechter zum Zweck der Fortpflanzung; dadurch wird jene unerschöpfliche Mannigfaltigkeit der Gestaltung hervorgerufen, welche es bedingt, dass kein Individuum einem anderen völlig gleicht, dass vielmehr ein jedes irgend welche Abänderung in seiner Organisation aufweist.

Selektive Anpassung

Zweitens ist es die sogen. »natürliche Zuchtwahl« oder die indirekte oder selektive Anpassung, d. h. die Erscheinung, dass zweckmäßiger organisierte Individuen besser fortkommen im Leben und Nachkommenschaft erzeugen, weniger zweckmäßig organisierte dagegen ohne Nachkommenschaft zu Grunde gehen. Dadurch kommt es, dass von den durch die geschlechtliche Mischung fortwährend von neuem erzeugten Abänderungen die nützlichen auf Nachkommen übergehen und erhalten bleiben, die unzweckmäßigen dagegen früher oder später wieder verschwinden.

Funktionelle Anpassung

Drittens ist es die direkte oder funktionelle Anpassung, d. h. die Erscheinung, dass die Organe durch Gebrauch und Übung kräftiger und geschickter werden, durch Nichtgebrauch dagegen verkümmern. Die hierdurch innerhalb des Einzellebens erworbene zweckmäßige Ausgestaltung des Körpers wird zwar nicht in vollem Umfange, sondern wahrscheinlich nur in unmerklicher Andeutung vererbt; wenn aber

durch lange Reihen von Generationen die Übung in gleicher Richtung thätig bleibt, dann summieren sich die Einzeleinflüsse und führen bleibend zu einer zweckmäßigen Umgestaltung der Organisation.

Die natürliche Zuchtwahl und die funktionelle Anpassung sind in der Regel im gleichen Sinne wirksam, denn das bestangelegte Organ wird in der Regel auch das bestgeübte werden und das am besten geübte wird die größten Vorteile gewähren und am sichersten zur Fortpflanzung gelangen. Und da nun diese Vorgänge durch unermesslich lange Zeiträume und endlose Reihen von Generationen ununterbrochen fortgewirkt haben und fortwirken, so ist es wohl begreiflich, dass unter ihrem Einflusse das Menschengeschlecht aus niederen Organisationszuständen langsam, aber sicher zu höheren und immer höheren emporgestiegen ist.

Arten der Körperbewegung

Nun erstreckt sich diese zweckmäßige Ausgestaltung aber wie auf den Bau so auch auf die Thätigkeiten des Körpers, denn jede Thätigkeit beruht ja auf einer Fähigkeit und die Fähigkeiten sind nichts anderes als Organisationszustände. Nicht nur die dem Bewusstsein ganz und gar entzogenen Thätigkeiten der inneren Organe, der Organe der Ernährung, Atmung und Fortpflanzung, sind es, welche sich unter der Wirkung der Descendenzgesetze entwickelt haben, sondern auch gewisse scheinbar freie Handlungen. Vor allem fällt Licht auf die sogen. Instinkte oder Triebhandlungen der Tiere; aber auch im menschlichen Thun ist viel Instinktives enthalten, welches unserem Verständnis durch die Descendenzlehre zugänglicher wird.

Die Bewegungen des Menschen und der Tiere sind nämlich, genauer beobachtet, hinsichtlich ihres Zustandekommens verschiedener Natur. Man unterscheidet gewöhnlich: willkürliche und unwillkürliche Bewegungen. Diese Sonderung ist aber nicht streng durchführbar. Alle die mannigfaltigen Handlungen, aus denen sich unser tägliches Leben zusammensetzt und welche wir im allgemeinen als willkürliche aufzufassen pflegen, sind in Wahrheit stets gemischt aus drei Arten: aus Willkürbewegungen, aus Triebbewegungen und aus Reflexbewegungen.

Reflexbewegungen

Reflexe (Rückstrahlbewegungen) nennt man solche Bewegungen, welche durch unbewusste innere Zustände oder durch äußere Einwirkungen unmittelbar hervorgerufen werden und sich ohne Beteiligung des Bewusstseins vollziehen. Die veranlassenden Einwirkungen sind in der Regel Schädlichkeiten, zu deren Abwehr die betreffenden Bewegungen dienen. So z. B. das plötzliche Schließen der Augenlider bei drohender Berührung des Augapfels oder bei blendendem Licht, das Niesen beim Eindringen schädlicher Stoffe in die Nasenhöhle, das Husten und dgl. mehr. Diese Bewegungen werden nicht erlernt, das Kind kommt niesend auf die Welt. Sie können aber auch nicht unterdrückt werden, es sind Zwangsbewegungen, dem Willen nur äußerst schwer zugänglich.

Triebbewegungen

Die instinktiven oder Triebbewegungen haben mit den Reflexbewegungen das gemein, dass sie, durch innere Zustände oder äußere Einwirkungen veranlasst, ohne Zuthun des Willens, ja bisweilen gegen den Willen sich vollziehen. Sie unterscheiden sich von jenen aber dadurch, dass sie in der Regel mit einer ins Bewusstsein tretenden Empfindung einhergehen, und ferner dadurch, dass sie dem Willen nicht ganz entzogen sind, sondern bei festem Eingreifen desselben, wenn auch vielleicht erst bei oft wiederholten Bemühungen, doch schließlich unterdrückt werden können. Als solche Triebbewegungen erscheinen in hervorragendem Maße die mimischen Bewegungen.

Willkürbewegungen

Die Willkürbewegungen sind Handlungen, welche sich als das Ergebnis einer nach bewusster Überlegung vollzogenen Wahl zwischen verschiedenen Antrieben darstellen. Sie können natürlich leicht unterlassen werden, wenn nur dem Willen ein zureichender Beweggrund für die Unterlassung sich darbietet.

Macht der Gewohnheit

Wie nun diese drei Arten von Bewegungen in unserem Thun und Lassen sich unentwirrbar vermengen, so sind auch die einzelnen Bewegungen gar nicht ein für allemal als die eine oder andere Art gekennzeichnet. Ein und dieselbe Bewegung kann bei dem einen Menschen als Willenshandlung auftreten, bei einem anderen mechanisch ausgeführt werden nach Art der Triebbewegungen, bei einem dritten endlich als ganz unbewusste Reflexbewegung spielen. Und eben so kann bei ein und demselben Menschen eine Bewegung, die ursprünglich als Willenshandlung mühsam erlernt wurde, durch Übung zur unwillkürlichen Triebbewegung und endlich sogar zum unbewussten Reflex werden. Die Macht, die den Charakter einer Bewegung so zu verändern vermag, ist die Gewohnheit, die Übung.

Instinkte der Tiere

Da nun, wie alle Eigenschaften der Lebewesen, so auch die gewohnheitsmäßigen Thätigkeiten den oben erörterten Gesetzen der natürlichen Zuchtwahl und der funktionellen Anpassung unterworfen sind, so wird die Entstehung der sogen. Instinkte oder angeborenen Triebhandlungen der Tiere einigermaßen verständlich. Es sind gewohnheitsmäßige Thätigkeiten, welche bei den Vorfahren ursprünglich als zweckmäßige Willkürhandlungen unternommen, durch häufige Übung zu unwillkürlichen Triebbewegungen geworden waren. Diejenigen dieser Bewegungen, welche für die Erhaltung des Lebens und für die Fortpflanzung nützlich oder gar unentbehrlich waren, haben sich von Generation zu Generation fortgepflanzt und sind durch die anhäufende Wirkung der Descendenzgesetze allmählich immer vollkommener geworden. Je länger die Zeiträume, je zahlreicher die Generationen waren, durch welche hindurch solche Triebbewegungen sich erhalten und fortentwickelt haben, um so vollkommener hat sich der Mechanismus ihres Zustandekommens in der Organisation des Nervensystems ausgebildet, um so zäher wird er vererbt. Und so kommt es denn, dass das aus dem Ei schlüpfende Hühnchen schon laufen kann, dass es sogar erfahren scheint im Auswählen der richtigen Nahrung, ja, dass es sich versteckt, wenn es den Schrei eines Raubvogels hört; so kommt es, dass künstlich ausgebrütete und aufgefütterte Singvögel, die weder Eltern noch Nest je gesehen haben, doch, wenn der Mai kommt, ihr Nest bauen, und zwar ein Nest nach Bauart und Bestandteilen genau übereinstimmend mit den Nestern der Eltern und Großeltern.

Darwin's Erklärung der mimischen Bewegungen

So fest nun aber auch solche Triebhandlungen zu sitzen scheinen, unveränderlich sind sie nicht. Neue Instinkte können gezüchtet werden, alte können verkümmern und sich zurückbilden, wenn sie, infolge veränderter Lebensbedingungen, keinen Nutzen mehr bringen oder gar für Erhaltung und Fortpflanzung schädlich werden. Und damit kommen wir auf die zweite der oben berührten Erklärungen der mimischen Bewegungen zurück Diese oben als zoologische Theorie bezeichnete Erklärung, wie sie von Darwin aufgestellt ist, sieht in den ausdrückenden Bewegungen verkümmerte (rudimentäre) Triebhandlungen. Dieselben waren, der Theorie zufolge, von den wilden Vorfahren des Menschengeschlechts ursprünglich willkürlich mit bestimmten Zwecken ausgeführt und, Dank ihrer Nützlichkeit im Kampf des Lebens, allmählich zu fest entwickelten und vererbten Instinkten geworden. Seit dann die Menschheit zu höheren Stufen des geistigen Vermögens, zu festerer Gesellschaftsordnung und milderen Sitten gelangt war, da verloren jene Triebhandlungen, die vorzugsweise Bewegungen der Verteidigung und des Angriffs waren, mehr und mehr an Wichtigkeit und bildeten sich allmählich wieder zurück.

Dieser Rückbildungsvorgang ist noch nicht abgeschlossen. Wie er auf den letzten Stufen verlaufen ist, das lässt sich vermutungsweise ableiten aus dem Verfolg des entsprechenden Entwicklungsganges des einzelnen Menschen, von der Geburt bis zum erwachsenen Zustand. Denn die Entstehung des Einzelmenschen, des geistigen wie

des körperlichen, ist ein Abbild, eine abgekürzte Wiederholung der Entstehung des Menschengeschlechts.

Erziehung

Da sehen wir denn, dass die Erziehung, welche aus dem unbändigen Kinde den glatten Weltmann macht, im Grunde nichts anderes ist als eine Anleitung des Willens, seine verlorene Herrscherstellung wieder zu erobern. All die unzähligen Reflexe und Triebhandlungen, welche das vielgestaltige Spiel der Mienen und Geberden zusammensetzen, sind nichts anderes als mechanisch gewordene Willenshandlungen. Viele derselben mögen, wie DARWIN annimmt, ererbte Anlagen, also echte Instinktbewegungen sein, die früher oder später durch die ihnen entsprechenden äußeren Einwirkungen geweckt werden. Jedoch nicht alle. Viele mögen sich wohl auch erst im Lauf der Entwicklung des Kindes ausbilden. Sie werden bei bestimmten Veranlassungen durch den Willen mit einem zu Grunde liegenden Zweck eingeleitet, und erst unter dem Einfluss der Gewohnheit löst sich allmählich die zwischen Sinneseindruck und Muskelbewegung gespannte Kette vom Willen ab und bei Wiederkehr der bestimmten Veranlassungen spielt nun die Bewegung als mechanischer Trieb oder gar als unbewusster Reflex, selbst wenn der ursprünglich zu Grunde gelegene Zweck gar nicht mehr erreicht, ja nicht einmal erstrebt werden kann.

Selbstbeherrschung

Mag eine Triebbewegung aber ererbt oder erworben sein, der Wille kann sie unter seine Herrschaft zurückbringen, er kann die Kette wieder an sich ziehen, den Strom in ihr unterbrechen und so die Bewegung hemmen. Kinder zwischen dem 2. und 6. Lebensjahr zeigen die ganze Fülle der mimischen Bewegungen in unverfälschter Reinheit und ihre Beobachtung bildet daher eine unerschöpfliche Quelle der Belehrung. Dann beginnt allmählich die Fälschung, die Bewegungen werden abgeschwächt, unterdrückt oder durch angelernte Formen verdeckt. So erlangt der gebildete Mensch allmählich das, was man Selbstbeherrschung nennt, aber glücklicherweise niemals vollständig. Auch der geübteste Wille versagt bisweilen, lässt die wahren Regungen der Seele hervorbrechen und zeigt, dass sein Träger ein Mensch ist und keine Drahtpuppe.

Mimik des Gesichts

Die Gesichtsmuskeln werden am leichtesten zu Verrätern. Die Mimik der Arme und des übrigen Körpers setzt sich mehr aus begleitenden oder aus malenden, die des Gesichts fast ausschließlich aus ausdrückenden Bewegungen zusammen, und diese sind, wie wir oben gesehen, dem Willen am schwersten zugänglich. Sie sind, wie gezeigt wurde, in der menschlichen Organisation fester begründet, was auch darin seine Bestätigung findet, dass nach DARWIN's Erkundigungen die mimischen Bewegungen des Gesichts bei allen Völkern der Erde ganz gleichartig, diejenigen des Rumpfes und der Glieder dagegen, je nach Sitte und Gebrauch, verschiedenartig sind.

Falten und Furchen der Haut

Kehren wir nun zurück zu diesen hervorragend mimischen Gesichtsmuskeln und zu ihrer Wirkung auf die Haut, so erhellt von selbst, dass sich diese letztere dem Zug gegenüber verhalten muss wie ein über eine Fläche gebreitetes Tuch.

Wird eine Stelle desselben gegen eine andere hingezogen, so bildet sich an der gefassten Stelle eine Furche (Angriffsfurche) und zwischen den beiden Stellen faltet sich das Tuch rechtwinkelig zur Zugrichtung (Stauungsfalten). Ist der Stoff dünn und an der Unterlage angeheftet, so werden die Falten klein und zahlreich, ist er dick und locker aufliegend, so werden dieselben mächtig und selten sein. Je öfter in einer bestimmten Richtung gezogen wird, desto eher werden die Falten sich immer in gleicher Weise legen und desto früher werden sie bleibende Knickungen zurücklassen; diese Knickungen werden sich um so deutlicher einzeichnen, je älter und spröder der Stoff wird.

Diese Sätze lassen sich im allgemeinen ohne weiteres auf die Haut übertragen. An einer Stelle oder Linie, in der sich Muskelfasern von innen her an die

Haut ansetzen, entsteht bei der Zusammenziehung des Muskels ein Grübchen oder eine Furche. Derartige Angriffsfurchen können frühzeitig zu bleibenden Furchen werden, wie z. B. die seitliche Nasen-Lippenfurche, die schon bei kleinen Kindern erkennbar ist; oder sie können auch vergänglich bleiben und nur bei gewissen Muskelzusammenziehungen sich bilden, wie die Grübchen in der Wange. Stauungsfalten, welche bei der Thätigkeit eines Hautmuskels entstehen durch Zusammenschiebung der den Muskel bedeckenden Haut, liegen im allgemeinen rechtwinkelig zur Zugrichtung des Muskels. Wo die Haut sehr dünn ist, wie z. B. an den Augenlidern und ihrer Umgebung, da sind solche Falten klein und zahlreich, wo sie dicker ist, wie z. B. auf der Stirn, da sind die Falten breiter und weniger zahlreich. Mimische Bewegungen, die sehr häufig gemacht werden, lassen eher Spuren zurück als seltene; daher kommt es, dass im allgemeinen lebhafte und offenherzige Personen früher Furchen zeigen als schläfrige oder verschlossene und dass nicht minder im Gesicht des Einzelnen die vorhandenen Furchen als Nachbild der häufigsten Erregungen zum Ausdruck für die Art der Gemütsanlage werden können. Das gilt aber nur für ein mittleres Lebensalter. Denn die Elastizität der Haut nimmt im Lauf der Jahre stetig ab, die jugendliche Haut ist noch zu elastisch, die des alternden ist schon zu schlaff. Das kindliche Gesicht glättet sich immer wieder aufs vollkommenste, wenn es auch noch so oft durch verzweifeltes Weinen oder unbändiges Lachen durchfurcht war; bei vorrückendem Alter dagegen wird die Haut schließlich so unelastisch, nachgiebig und schlaff, dass sich unter dem Einfluss der Schwere Hängefalten und Säcke bilden, zwischen welchen die Spuren der mimischen Furchung mehr und mehr verschwinden.

Alle diese Erscheinungen sind im einzelnen einer großen Mannigfaltigkeit unterworfen, infolge der individuellen Verschiedenheiten, und nur unausgesetzte Beobachtung der Menschen im täglichen Verkehr kann ausreichende Erfahrung darüber gewähren. Einen wesentlichen Einfluss auf die Furchen- und Faltenbildung hat die Beschaffenheit und der größere oder geringere Fettreichtum des Unterhautgewebes. Wir müssen deshalb den Bau der Haut (Cutis) kurz betrachten.

Bau der Haut
Lederhaut

Dieses den Körper einhüllende Organ setzt sich aus drei Schichten zusammen. Die mittlere ist die festeste, die Lederhaut (Corium), die durch den Gerbeprozess in Leder umgewandelt werden kann. Sie ist aus sich kreuzenden, weißen Fasern dicht gewebt, trägt winzig kleine Wärzchen, welche, an Hohlhand und Fußsohle in regelmäßigen Reihen stehend, hier die Ursache der, besonders an den Fingerspitzen, in zierlicher Zeichnung verlaufenden Leistchen der Oberhaut sind, und enthält ein feines, aber dichtes Netz von Blutkanälchen und Nerven.

Die Lederhaut ist an den Augenlidern am dünnsten, sehr dünn auch in der unteren Hälfte des Gesichts, an der Stirn etwas dicker, am dicksten an Rücken, Gesäß und Fußsohle; an der Streckseite der Glieder ist sie im allgemeinen dicker als an der Beugeseite, am Ellenbogen und Knie also dicker als in der Ellenbeuge und Kniekehle. Weibliche Haut ist dünner und zerreißlicher als männliche. Nach jahrelangem Aufenthalt im Zimmer ist die Haut sehr dünn, bei Bauern und Landstreichern dagegen sehr dick. Neger haben eine dickere Lederhaut als Europäer.

Oberhaut

Die Oberhaut (Epidermis), welche äußerlich die Lederhaut überzieht, besitzt keine Blutgefäße, sondern wird von der Lederhaut aus ernährt. Sie besteht aus zwei Schichten. Die tiefere Schicht gehört noch zu den lebenden Bestandteilen des Körpers und enthält eine große Menge der empfindlichen, feinen Endigungen der Tastnerven; sie ist feucht und wird deshalb Schleimschicht genannt. Die oberflächliche Schicht ist trocken, verhornt und wird Hornschicht genannt; sie besteht aus abgestorbenen Teilchen des Körpers, welche sich fortwährend in kleinen Schüppchen an der Oberfläche abstoßen und durch nachwachsende von der Tiefe her ersetzt werden. Die

Schleimschicht wäre an und für sich vollkommen durchsichtig; sie ist es jedoch, in welcher sich das Pigment abgelagert findet, ein bräunlicher Farbstoff, welcher je nach seiner Menge und Dichtigkeit die Farbabstufungen bedingt, vom Schwarz des Negers und unserer sogen. Leberflecken bis zu dem gelblichen Ton der Europäerhaut. Denn die letztere ist keineswegs ganz frei von Pigment, wie man gewöhnlich annimmt. Bei Brünetten findet es sich sogar in merklicher Menge, spärlicher ist es in der Haut der Blonden vorhanden. Die Hornschicht ist weniger durchsichtig, sie ist trüb und erscheint daher, wenigstens da, wo sie eine merkliche Dicke erreicht, weißlich. Sie verdickt sich an Stellen, wo ein Druck häufig oder anhaltend auf sie wirkt, — daher die Bildung der Schwielen und der Hühneraugen. Am dicksten ist sie, auch wenn keine Schwielen vorhanden sind, in der Hohlhand und an der Fußsohle, an letzterer da, wo beim Auftreten die Last drückt, nämlich unter der Ferse und an den Ballen des Mittelfußes.

Hautfarbe

Unsere Hautfarbe, die sogen. Fleischfarbe, das Inkarnat, kommt demnach durch Mischung von drei Farben zu Stande, nämlich rot, braun, weiß. Die Lederhaut ist zwar an sich weiß; dadurch aber, dass sie mehr oder weniger reich an Blutgefäßen ist, kann sie mehr oder weniger rot erscheinen. Diese Abstufungen ihrer Farbe sind nicht nur durch den größeren oder geringeren Gefäßreichtum verschiedener Hautbezirke, sondern, in ein und demselben Bezirk, durch die wechselnde Blutfülle der Gefäße bedingt. Mag nun die Lederhaut durch Blutleere annähernd weiß oder durch Blutfülle leuchtend rot sein, jedenfalls bildet ihre Farbe so zu sagen die Unterfarbe der Haut; auf dieser, in der Schleimschicht der Oberhaut, liegt eine dünnere oder dickere Lage bräunlichen Pigments und über diesem endlich die weißliche Hornschicht der Oberhaut.

Der letztere Bestandteil, das Weiß der Hornschicht, kommt allerdings nur ausnahmsweise in Betracht, nämlich da, wo dieselbe entweder nahezu ganz fehlt oder im Gegenteil sehr dick ist. An Stellen, wo sie äußerst dünn, die Lederhaut aber sehr blutreich ist, wie auf den Wangen oder noch mehr am Lippensaum, da kommt ein reines Hellrot zu Stande. Wo andererseits die Hornschicht sehr dick ist, wie unter der Ferse oder bei schwer arbeitenden Händen in der Hohlhand, da ist die Haut nicht mehr fleischfarben, sondern annähernd weiß; und bekanntlich erscheinen Handteller und Fußsohle auch bei Negern weißlich, nicht sowohl aus Mangel an Pigment, sondern wegen der Undurchsichtigkeit der dicken Hornschicht.

»Teint«

Für das Zustandekommen der verschiedenen Töne der Hautfarbe, dessen also, was man häufig als »Teint« bezeichnet, kommt die Hornschicht nicht in Betracht. Da sind maßgebend erstens die Lederhaut, die von weiß durch rosa zu rot wechselt, und zweitens die Pigmentlage in der Schleimschicht der Oberhaut.

Die Blutfülle der Lederhaut ist größer an den Stellen, die unbedeckt der Einwirkung von Luft-, Licht- und Wärmewechsel ausgesetzt sind, deshalb tritt an diesen Hautstellen eine stärkere Zumischung von Rot in der Hautfarbe auf. Da aber dieselben Bedingungen die Bildung von Pigment in der Oberhaut begünstigen, so vermehrt sich an diesen Hautstellen gleichzeitig auch die Zumischung von Gelb oder Braun. So kommt die rotbraune Färbung zu Stande bei allen »sonnverbrannten« Leuten. Bei Blonden nähert sich dieselbe mehr dem Rot, bei Brünetten mehr einem reinen Braun. Das kommt daher, dass bei Blonden das Pigment der Oberhaut von Haus aus spärlicher ist als bei Brünetten und sich weniger leicht, meist nur fleckweise, vermehrt, in Gestalt von Sommersprossen.

An denjenigen Körperteilen, welche gewohnheitsmäßig durch die Kleidung bedeckt getragen werden, fehlt der Hautfarbe die Zumischung des Rot, weil hier die Lederhaut verhältnismäßig blutleer ist. Wäre die Oberhaut frei von Pigment, dann

würde die Hautfarbe solcher Körperteile weiß sein. Das ist sie aber niemals. Selbst bei hellblonden Personen hat die bedeckt getragene Körperhaut einen durch das Pigment der Oberhaut bedingten Ton, der, wenn auch noch so hell, doch nicht weiß, sondern gelb ist.

Von diesem hellsten Gelb des blonden Nordländers an bietet die Menschheit in ununterbrochener Folge alle Abstufungen der Hautfärbung dar bis zum tiefsten, uns als Schwarz erscheinenden Dunkelbraun des Negers. Alle diese Färbungen sind bedingt durch die nämliche, nur mehr oder weniger mächtige Pigmentlage der Oberhaut, alle werden beeinflusst durch Zumischung von Rot an den der Einwirkung der Luft ausgesetzten Körperteilen. Die Abgrenzung einer »weißen« Rasse auf Grund der Hautfarbe ist ganz unmöglich. Brünette Italiener, die unbekleidet den ganzen Tag unter der südlichen Sonne im Freien arbeiten, sind hinsichtlich der Hautfarbe von nordafrikanischen Stämmen, die man schon zu den farbigen rechnet, nicht zu unterscheiden. Bei beiden ist die Färbung keine gleichmäßige über den ganzen Körper, sondern die der Sonne mehr ausgesetzten Teile sind dunkler als die weniger ausgesetzten: Nacken und Handrücken pflegen am dunkelsten, der Oberarm auf der äußeren Seite dunkler als auf der inneren zu sein.

Blaue Färbung

Noch zu erwähnen ist die blaue Färbung, die bei Europäern, und zwar am ausgesprochensten bei blonden Europäern, da zu Stande kommt, wo dunkelrot oder dunkelbraun gefärbte Teile durch annähernd farblose Gewebschichten durchschimmern. Blaue Augen enthalten kein blaues Pigment, sondern scheinen nur blau, weil durch die Regenbogenhaut, wenn sie pigmentfrei ist, das ihre innere Fläche bekleidende schwarze Pigment bläulich durchschimmert. Ebenso erscheinen Blutadern, welche dicht unter der Haut liegen, wie blaue Linien oder Stränge. Das Blut, das in ihnen strömt, ist bekanntlich nicht blau, sondern rot; aber freilich nicht hellrot wie dasjenige, welches die Lederhaut erfüllt und rot färbt, sondern es ist dunkelrot.

Dieser Farbenunterschied des Blutes rührt von dem verschiedenen Sauerstoffgehalt her. Das in der Lunge mit Sauerstoff beladene Blut, welches vom Herzen durch die Arterien oder Schlagadern in die feinen Blutkanälchen der Organe, und so auch der Lederhaut, hineingetrieben wird (arterielles Blut), ist leuchtend hellrot. Erst in dem Maße, wie es seinen Sauerstoff an die Organe abgiebt, wird es dunkler und dunkler und fließt schließlich ganz dunkelrot durch die Venen oder Blutadern (venöses Blut) nach dem Herzen zurück, um in der Lunge von neuem mit Sauerstoff beladen zu werden.

Das dunkelrote (venöse) Blut, durch die weiße Lederhaut durchschimmernd, erzeugt die blaue Färbung der Blutadern, wie sie z. B. am Handrücken meistens bemerkbar ist. Sie ist natürlich deutlicher bei spärlichem Hautpigment, dagegen ganz verdeckt bei starker Bräunung der Oberhaut.

Ebenso erklärt sich auch die bläuliche Färbung ganzer Hautflächen, wo diese zeitweise auftritt. Sie entsteht, wenn Blut, welches seinen Sauerstoff bereits abgegeben hat, also dunkelrot geworden ist, infolge ungenügender Zirkulation in den Blutkanälchen der Lederhaut oder in den kleinen Blutadern unter derselben sich staut. In auffallender Weise sieht man das bei Rekonvaleszenten und bleichsüchtigen Mädchen, besonders an den Schläfen, am Halse, an den Händen. Aber auch bei Gesunden, namentlich bei vornehmen Frauen, deren Haut sehr pigmentarm ist, erscheinen nicht selten blaue Töne in der Hautfarbe. Ganz allgemein kommen sie im Bereich der Augenlider vor, nicht nur bei allen Arten von Ermüdung, als sogen. blaue Ringel unter den Augen, sondern auch sonst. Und das rührt wohl daher, dass die Haut der Lider in allen ihren Schichten außerordentlich dünn ist, dem Kreismuskel des Auges aufs dichteste anliegt und die braunrote Muskelfarbe desselben unmittelbar

durchschimmern lässt. Wird bei irgend welchen Ermüdungszuständen der Rückfluß des Blutes träger, dann wird auch die Muskelfarbe dunkler und die blaue Färbung deutlicher. Bräunliche Färbungen der Lider, wie sie manchen Brünetten eigen sind, rühren von Pigmenteinlagerungen her, welche sich hier, im Gegensatz zu allen anderen Körperteilen, weniger in der Oberhaut als vielmehr in der dünnen Lederhaut finden.

Unterhautgewebe

Das Unterhautgewebe (Tela subcutanea), welches die Lederhaut nach innen zu an den darunter liegenden Teilen befestigt, ist ein Maschenwerk von längeren und dehnsamen oder kürzeren und straffen Fasern und bedingt je nach diesen Bestandteilen eine größere oder geringere Verschiebbarkeit der Haut. Wo die darunter liegenden Teile Knochen sind oder Sehnen und Binden, da pflegt das Unterhautgewebe ein grobfaseriges zu sein. Soll an solchen Stellen die Haut sich leicht verschieben, wie auf der Streckseite von Charniergelenken, dann bilden sich im Unterhautgewebe Spalträume mit glatten Wänden, welche, wie die Gelenke, ein wenig schlüpfrige Flüssigkeit enthalten; große derartige Spalten, die als Schleimbeutel bezeichnet werden, finden sich z. B. auf der Kniescheibe und am Ellbogen und verleihen hier der Haut ihre leichte Verschiebbarkeit. Wo die darunter liegenden Teile dagegen Muskeln sind, da ist das Unterhautgewebe ein feinfaseriges mit weiten Maschen. In den Maschen lagert sich Fettgewebe ab und bildet das Fettpolster (Panniculus adiposus), welches bei fettreicher Ernährung und phlegmatischem Temperament eine beträchtliche, bei reizbarem Naturell und magerer Kost eine geringere Dicke zu erreichen pflegt.

Gänzlich fettlos ist die Haut der Augenlider, der knorpeligen Ohrmuschel und der männlichen Geschlechtsteile; im Bereich des Schädeldaches, der Stirn und der Nase, wie auch am Hand- und Fußrücken, ist die Fettablagerung auf ein gewisses Maß beschränkt, so dass bei fettleibigen Personen diese Teile verhältnismäßig mager bleiben. Am übrigen Körper hat das Fettpolster eine bedeutendere Mächtigkeit, etwa 4 bis 9 Millimeter, kann aber stellenweise bis zu 3 Centimeter und mehr Dicke gelangen.

Modellierung der Oberfläche

Ganz maßgebend für die Modellierung der Oberfläche ist es, dass im allgemeinen die Ablagerung des Fettgewebes, unter sonst gleichen Bedingungen, in Gegenden feinfaserigen, lockeren Unterhautgewebes reichlicher erfolgt, als an Stellen, wo das Unterhautgewebe grobfaserig und straff ist, — über Muskelflächen also reichlicher als über Knochen. Es leuchtet ein, dass diese Einrichtung wichtig für die Gestaltung des Menschenleibes ist, denn sie hat zur Folge, dass die Gliederung des Körpers auch durch reichliche Fettanhäufung nicht vollständig verhüllt wird, dass vielmehr größere Muskelmassen, welche durch oberflächlich gelegene Knochenteile gegen einander abgegrenzt werden, auch unter wohlgenährter Haut in ihren Umrissen erkennbar bleiben. Verständlich wird diese Einrichtung, wenn man überlegt, dass die Stellen, an denen die Knochen unmittelbar unter der Haut liegen, im allgemeinen die Knickungsstellen sind und dass beträchtliche Fettablagerung an diesen Stellen die Beweglichkeit vermindern oder ganz in Frage stellen würde. Man kann daher auch allgemeiner sich so ausdrücken: die Fettablagerung ist gering an den Knickungsstellen, reichlicher an den zwischen den Knickungsstellen gelegenen Körperabschnitten.

Gelenkfurchen und Hautwülste

Daher rühren die so scharf gezeichneten Hautfurchen an den Gelenken. Dieselben verdanken ihre Entstehung nicht, wie die oben besprochenen Furchen im Gesicht, unmittelbaren Beziehungen zu Muskeln, sondern kommen lediglich dadurch zu Stande, dass die Haut in der Beugungsgegend des Gelenkes, weil fester angeheftet und verhältnismäßig fettarm, bei Beugungen in der Tiefe der Knickung festgehalten wird, während die Haut der Umgebung sich wulstförmig erhebt. Gerade solche wulstförmige Hauterhebungen sind der Fettablagerung besonders günstig, daher kommt es, dass bei

fettleibigen Personen und wohlgenährten Säuglingen die Gelenke auch in der geradlinig gestreckten Stellung durch tief einschneidende Furchen angedeutet sind.

Die eigene Hand des Lesers bietet mannigfache Beispiele für diese Betrachtungen, denn der ganze Handteller verhält sich gewissermaßen wie eine große Knickungsstelle, ausgezeichnet durch straffe Anheftung der Haut. Die von den Chiromanten missbrauchten Furchen sind nichts anderes als Knickungsfurchen, die zu den Gelenken der Mittelhand in Beziehung stehen, wie die Furchen an den Fingergelenken und am Handgelenke zu diesen Knochenverbindungen.

Oberfläche d. männlichen Rumpfes

Die angestellten Betrachtungen gelten in hervorragender Weise für die Gliedmaßen. Doch finden sich auch am Rumpf solche Knickungsstellen, ausgezeichnet durch straffe Anheftung und Fettarmut der Haut, und sind für das Relief, besonders des männlichen Torso, von Bedeutung. Es sind die Grenzlinien der Gliedmaßen (im anatomischen Sinn, s. S. 70) gegen den Stamm, nämlich: Schulterkamm, Schulterhöhe und Schlüsselbein für die oberen, Kreuzbeinrand, Hüftkamm und Leistenband für die unteren Gliedmaßen. Außer diesen ist es nur noch eine Linie, welche, obgleich sie nicht einer Knickungsstelle entspricht, sich doch ähnlich verhält: es ist die Mittellinie des Körpers. Das erklärt sich aus der Entwicklungsgeschichte. Die Mittellinie bezeichnet die Spur der embryonalen Verschmelzung der beiden Hälften der Körperwandung an der Rückenfläche sowohl wie namentlich an der Bauchfläche; sie stellt also gewissermaßen eine Narbe dar, und wie in echten Narben ist in ihr das Unterhautgewebe straffer und weniger geneigt zur Fettaufnahme. Das Rückgrat ist daher in der Mittelfurche des Rückens mehr oder weniger durchzufühlen vom Hinterhaupt bis hinab zum Steiß. Und desgleichen pflegt an der vorderen Fläche des Rumpfes, wenigstens von der oberen Brustgegend bis etwa handbreit unterhalb des Nabels, eine mehr oder weniger deutliche Mittelfurche erkennbar zu sein.

Die Gliederung des Rumpfes, einmal in die beiden symmetrischen Hälften, sodann in Stamm- und Gliedmaßen-Anteil, diese Hauptgliederung wird demnach, wenigtens beim Manne, durch die umhüllende Haut nicht verdeckt, sondern stellenweise sogar hervorgehoben. Weiter aber geht die Beziehung nicht. In welchem Grade die einzelnen Muskeln durch die Haut hindurch unterscheidbar sind, das hängt einfach ab von dem Entwicklungsgrad einerseits der Muskulatur, andererseits des Unterhautfettgewebes. Ein fettarmer Athlet kann unter Umständen wie ein Präparat der oberflächlichen Muskulatur benutzt werden, bei einem wohlgenährten Schwächling dagegen werden kaum die Hauptgruppen der Muskeln deutlich abgrenzbar sein.

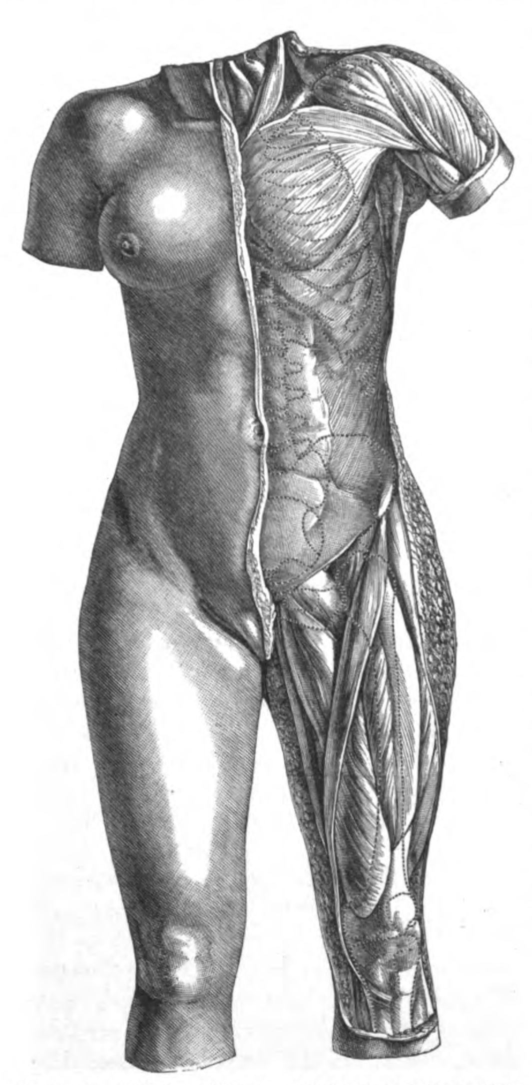
Weibliche Formen

Ein besonderes Verhalten zeigt das Fettpolster beim Weibe und spielt infolge dessen eine wichtige, vielleicht die Hauptrolle bei der Charakterisierung der weiblichen Gestalt im Vergleich zur männlichen.

Zunächst sind es allgemeine, für den ganzen Körper gültige Verschiedenheiten. Die Fettablagerung ist, unter sonst gleichen Bedingungen, beim Weibe eine reichlichere und zugleich auch eine gleichmäßigere, als beim Mann. Die oben für den männlichen Körper geschilderte Anpassung der Fettentwicklung an die Skelettgliederung findet sich zwar auch beim Weibe, aber viel weniger deutlich. Jene dort als freibleibende Grenzmarken namhaft gemachten Knochenleisten sind am weiblichen Körper nur als sanfte Einsenkungen der Oberfläche erkennbar. Nicht nur am Rumpf, auch an den Gliedmaßen werden durch das Unterhautfettgewebe alle Ecken und Kanten abgerundet, alle Härten gepolstert.

Sodann aber kommen beim Weibe auch noch besondere Anhäufungen von Fett zur Entwicklung an Stellen, wo der männliche Körper im Gegenteil wenig anzusetzen pflegt. Diese Fettpolster müssen daher zu den Geschlechtsmerkmalen gezählt werden. Die Brüste kommen hier weniger in Betracht, denn ihre eigentümliche Wölbung wird

zwar auch durch Fett ergänzt, rührt aber doch im wesentlichen von der Form der Milchdrüse her. Becken und Oberschenkel dagegen sind es, in deren Umgebung jene spezifische Polsterung Platz greift, gleich der Entwickelung der Brüste die Mannbarkeit des Weibes anzeigend. Die verhältnismäßige Breite der weiblichen Hüften beruht nur zum Teil auf den Proportionen des Skelettes; im wesentlichen kommt sie zustande durch ein, die Knochen und Muskeln in mächtiger Lage bedeckendes Fettpolster. Die üppige Fülle eines weiblichen Leibes, wie er z. B. in der Mediceïschen Venus dargestellt ist, jene gleichmäßige Schwellung, welche im seitlichen Umriss von der Weichengegend bis hinab in die untere Hälfte der Oberschenkel reicht, wird fast ausschließlich bedingt durch Anhäufung von Fettgewebe unter der Haut. Wird die Haut mit dem Unterhautgewebe entfernt, wie es der nebenstehende Holzschnitt in der linken Körperhälfte darstellt, dann bleibt eine Gestalt zurück, wie sie beim Manne auch am unversehrten Körper durch die fettarme Haut hindurch erkennbar bleibt (vgl. Fig. 10).



Körper eines 18 jährigen Mädchens. Auf der Vorderfläche der linken Körperhälfte ist durch Entfernung von Haut und Fettpolster die Muskulatur freigelegt und durch punktierte Linien die Lage des Skelettes angegeben. Den Hautschnitt entlang ist die Dicke des Fettpolsters zu erkennen. Nach Lucae.

Etwas verschieden von dem des Erwachsenen verhält sich das Fettpolster des kindlichen Körpers. Beim Neugeborenen und im Säuglingsalter ist es ausschließlich auf die Körperoberfläche beschränkt, es greift nicht zwischen die Muskeln und anderen Organe in die Tiefe, passt sich nicht an diese an, sondern hüllt die Körperteile ein, wie eine gleichmäßige, dicke Schale. Das bedingt die eigentümliche Formlosigkeit des Säuglings, von dessen Gestalt an Rumpf und Gliedmaßen eigentlich nur die Grenzen der Hauptabschnitte erkennbar sind an den engen, tiefeinspringenden Gelenkfurchen. Die Haut ist, so zu sagen, ganz verbraucht zur Aufnahme des Fettes. Dadurch, dass die sehr dünne und höchst elastische Lederhaut durch das überreichliche Fettpolster prall gefüllt und gespannt erhalten wird, entsteht die außerordentliche Glätte der kindlichen Haut und finden andererseits auch die erwähnten höchst charakteristischen Ringfurchen an den Gelenken ihre Erklärung.

Zweck und Gebrauch dieses Buches

Es erübrigt nun noch, einige Worte über Zweck und Gebrauch des vorliegenden Buches zu sagen.

Dasselbe macht den Versuch, den Künstler in die wissenschaftliche Betrachtungsweise des menschlichen Körpers einzuführen, ohne ihm ein vollständiges Studium der Anatomie zuzumuten. Vollständigkeit des anatomischen Lehrgegenstandes ist daher von vornherein ausgeschlossen, überall war der Verfasser bemüht, nur diejenigen Dinge herauszugreifen, — diese aber auch eingehend zu besprechen, — welche für das Verstehen der äußeren Form und der Bewegungen des Menschenleibes unentbehrlich sind. Doch auch innerhalb dieser beschränkteren Aufgabe würde die Darstellung eine unvollkommene bleiben müssen, wenn der Leser dieselbe nicht durch nebenhergehendes Studium des Modells beleben sollte. Alle anatomische Kenntnis kann für den Künstler doch erst durch ihre Bewährung im Aktsaal fruchtbar werden; und wir können daher nicht dringend genug dazu auffordern, jeden Satz durch Beobachtung des lebenden Körpers (und wären es auch nur die eigenen Glieder) zu bestätigen. Unter der Voraussetzung des steten Verkehrs des Künstlers mit dem lebenden Modell, konnte die bildliche Darstellung bewegter Körper eingeschränkt und die Hoffnung gehegt werden, dass die Anatomie des ruhenden Körpers in Verbindung mit ausführlicher Schilderung und Abbildung der Bewegungsmechanismen geeignet sein werde, dem Künstler ein eindringendes Verständnis des Körperbaues zu vermitteln.

Knochenpräparate

Ein wesentliches Hilfsmittel würde dabei das Knochenpräparat bilden. Sehr wünschenswert wäre es, dass jedem Anatomiebefliessenen Künstler sowohl ein aufgestelltes, in den Gelenken beweglich verbundenes Skelett, wie auch einzelne Knochen, besonders ein Schädel, zur Verfügung stünden; und das ist heutzutage auch wohl erreichbar. Sauber präparierte und sachverständig aufgestellte Skelette können durch Vermittelung der meisten anatomischen Anstalten der Universitäten oder auch von Naturalienhändlern bezogen werden. Als solche sind zu nennen: Dr. Oskar Schneider's Lehrmittelanstalt, Leipzig; V. Frič, Wladislawsgasse 21a, Prag; Tramond, Rue de l'école de médecine 9, Paris. Die Preise schwanken je nach Beschaffenheit der Knochen und betragen für ein aufgestelltes Skelett 80—120 ℳ, für ein loses Skelett 40—60 ℳ, für einen Schädel 10—20 ℳ, für ein zusammengesetztes Skelett der oberen Gliedmaßen 7—12 ℳ, für ein solches der unteren Gliedmaßen 9—15 ℳ.

Anatomische Modelle

Als ausgezeichnete Unterrichtsmittel seien endlich hier noch einige plastisch-anatomische Modelle erwähnt. Zunächst die großen Muskelmodelle, welche, unter der Leitung des Anatomen Professor Dr. J. Kollmann hergestellt, jetzt zu beziehen sind durch F. Straub, Akademische Buchdruckerei, München. Es sind drei Modelle in Lebensgröße: der ganze Körper (Torso) aufrecht auf Drehscheibe (320 ℳ), sodann die oberen, und ferner die unteren Gliedmaßen (je 120 ℳ); die Modelle sind, besonders der Torso, in lebenswahrer Gestalt und naturgetreuer Färbung ausgeführt und müssen vom anatomischen wie vom künstlerischen Standpunkt als ganz vorzüglich gelungen anerkannt werden. Ebenfalls sehr rühmenswert ist ferner der »Athlet« des Bildhauers Prof. Chr. Roth, durch den Künstler selbst zu beziehen (Theresienstrasse 75, München). Es ist eine flott bewegte ganze Figur, 2/3 Lebensgrösse, in doppelter Ausführung: einmal als Leben atmende Statue mit trefflicher Behandlung des Oberflächenreliefs, ausgeführt in weißem Gyps (150 ℳ); sodann als sogen. Muskelmann, der sowohl weiß (150 ℳ), als auch in den natürlichen Farben angemalt (200 ℳ) zur Ausführung gelangt. Diese Statuen von Roth, ebenso wie die großen anatomischen Modelle von Kollmann bilden ein vortreffliches Hilfsmittel, um die Lehren der Anatomie zu pla-

stischen Anschauungen zu verkörpern, und stellen so die beste Vermittelung dar zwischen dem anatomischen Atlas und dem lebenden Modell.

Literatur

Denjenigen unserer Leser, welche sich zu weitergehendem Studium aufgefordert finden, empfehlen wir die folgenden Werke.

1. Anatomie und Anthropologie.

SALVAGE, Anatomie du Gladiateur combattant, applicable aux beaux arts. Ornée de 22 Planches. Gr. Folio. Paris 1812.

ELFINGER, Anatomie des Menschen. 27 Tafeln mit Text. Gr. 4°. 2. Aufl. Wien.

HARLESS, Lehrbuch der plastischen Anatomie. 2. Auflage, herausgegeben von R. HARTMANN. Stuttgart 1876.

ROTH, Plastisch-anatomischer Atlas zum Studium des Modells und der Antike. 24 Taf. in Holzschnitt und 10 Erklärungstafeln. Fol. Stuttgart 1872.

LUCAE, Zur Anatomie des weiblichen Torso. 12 Tafeln Folio. Frankfurt a. M. 1868.

LUCAE und JUNKER, das Skelett eines Mannes. Folio. Frankfurt a. M. 1876.

LANGER, Anatomie der äußeren Formen des menschlichen Körpers. Mit 120 Holzschnitten. 8°. Wien 1884.

KOLLMANN, Plastische Anatomie des menschlichen Körpers. Mit zahlreichen Abbildungen im Text. 8°. Leipzig 1886.

RICHER, Anatomie artistique. Description des formes extérieures du corps humain. Accompagnée de 110 Planches. Folio. Paris 1890.

J. MARSHALL, Anatomy for Artists. Illustr. by 200 drawings. 3. Edit. London 1888.

A. THOMSON, A Handbook of Anatomy for Art Students. With illustr. Oxford 1896.

C. HASSE, Die Formen des menschlichen Körpers und die Formänderungen bei der Atmung. Mit Atlas in Folio maximo. Jena 1888—1890.

W. HENKE, Die Menschen des Michelangelo im Vergleich mit der Antike. 8°. Rostock 1871. Wieder abgedruckt, mit 13 Abbildungen im Text, in: Vorträge über Plastik, Mimik und Drama. Rostock 1892.

E. BRÜCKE, Schönheit und Fehler der menschlichen Gestalt. Mit 29 Holzschnitten. 8°. Wien 1891.

CAMPER, Über die Verschiedenheit der Gesichtszüge bei Menschen von verschiedener Herkunft und Alter. Deutsch von SÖMMERRING. 4°. Berlin 1792.

R. FRORIEP, Die Charakteristik des Kopfes nach dem Entwicklungsgesetz desselben. Mit 1 Tafel. 8°. Berlin 1845.

PESCHEL, Völkerkunde. 7. Aufl. 8°. Leipzig 1897.

RANKE, Der Mensch. Mit vielen Abbildungen, Karten und Tafeln. 2 Bände. 2. Aufl. Gr. 8°. Leipzig 1894.

RATZEL, Völkerkunde. Mit vielen Abbildungen. 3 Bände. 2. Aufl. Gr. 8°. Leipzig 1895.

W. HENKE, Der Typus des germanischen Menschen und seine Verbreitung im deutschen Volke. Mit 16 Abb. im Text. 8°. Tübingen 1895.

O. HOVORKA, Die äussere Nase. Eine anatomisch-anthropologische Studie. Mit 46 Abbildungen im Text. 8°. Wien 1893.

A. FRORIEP, Bemerkungen zur Vergleichung des Schädels mit der Totenmaske. In: Die Lagebeziehungen zwischen Großhirn und Schädeldach bei Menschen verschiedener Kopfform. Mit Abbildungen im Text u. 5 Tafeln. Folio. Leipzig. 1897.

2. Mechanik.

WILH. und ED. WEBER, Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge. 8°. Mit 17 Taf. 4°. Leipzig 1836.

W. HENKE, Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. Mit 9 Tafeln und 66 Holzschnitten. 8°. Leipzig und Heidelberg 1863.

A. FICK, Spezielle Bewegungslehre. In: Handbuch der Physiologie, Band I, Abt. 2. herausgegeben von L. HERMANN. 8°. Leipzig 1879.

HERM. MEYER, Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes. Mit 42 Holzschnitten. 8°. Leipzig 1873.

W. HENKE, Die aufrechte Haltung des Menschen im Stehen und Gehen. Mit 5 Abbildungen. In: Vorträge über Plastik, Mimik und Drama. Rostock 1892.

3. Mimik.

DARWIN, Der Ausdruck der Gemütsbewegungen bei dem Menschen und den Tieren. Deutsch von J. V. CARUS. Mit 21 Holzschnitten und 7 heliographischen Taf. Stuttgart 1872.

PIDERIT, Mimik und Physiognomik. 2. Auflage. Mit 95 photolithographischen Abbildungen. 8°. Detmold 1886.

W. WUNDT, Über den Ausdruck der Gemütsbewegungen. Deutsche Rundschau, Bd. XI. 1877.

F. V. BIRCH-HIRSCHFELD, Über den Ursprung der menschlichen Mienensprache. Deutsche Rundschau, Bd. XXII. 1880.

W. PREYER, Die Seele des Kindes. Leipzig 1882.

W. HENKE, Der Ausdruck des Gesichtes, insbesondere des Blickes. Mit 12 Abbild. In: Vorträge über Plastik, Mimik und Drama. 8°. Rostock 1892.

W. HENKE, Willkürliche und unwillkürliche Bewegung. Deutsche Rundschau. 17. Jahrgang. 1891.

HERSING, Der Ausdruck des Auges. Vortrag. Mit 1 Tafel. 8°. Stuttgart 1880.

H. MAGNUS, Die Sprache der Augen. Vortrag. 8°. Wiesbaden 1885.

LEBRUN, Méthode pour apprendre à dessiner les passions. Amsterdam 1702. Deutsch unter dem Titel: Handwörterbuch der Seelenmalerei. Mit 52 in Kupfer gestochenen Köpfen. 8°. Leipzig 1802.

4. Proportionslehre.

C. G. CARUS, Symbolik der menschlichen Gestalt. 2. Aufl. Mit 161 Holzschnitten. 8°. Leipzig 1858.

SCHADOW, Polyclet, oder: Von den Maßen des Menschen nach dem Geschlechte und Alter. 3. Aufl. 8° mit Atlas von 30 Tafeln Folio. Berlin 1877.

CARL SCHMIDT, Proportionsschlüssel. Neues System der Verhältnisse des menschlichen Körpers. Gr. 4°. Stuttgart 1849.

ZEISING, Neue Lehre von den Proportionen des menschlichen Körpers. 8°. Leipzig 1854.

LIHARŽIK, Das Gesetz des Wachstums und der Bau des Menschen, Proportionslehre aller menschlichen Körperteile für jedes Alter und für beide Geschlechter. Gr. Folio. Wien 1862.

C. SCHMIDT, Proportionslehre des menschlichen Körpers, nach dem in seinem Proportionsschlüssel erstmals veröffentlichten Achsensystem dargestellt. 4°. Tübingen 1882.

G. FRITSCH, Die graphischen Methoden zur Bestimmung der Verhältnisse des menschlichen Körpers. Mit 9 Abbildungen. In: Verhandlungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte, redigiert von RUD. VIRCHOW. Jahrgang 1895. 8°. Berlin 1895.

KOPF.

(Fig. 1—8.)

Der knöcherne Schädel, der das Gestell des menschlichen Kopfes bildet, besteht aus einer im allgemeinen eiförmigen Kapsel, dem das Gehirn einschließenden Hirnschädel, und aus einem unter den vorderen Teil dieses Eies in senkrechter Richtung untergebauten Gerüst kleinerer Hohlräume, dem Gesichtsschädel. Die Grenze des letzteren gegen den ersteren fällt im Antlitz in eine horizontale Linie, welche durch die oberen Ränder der beiden Augenhöhlen gezogen wird (Fig. 1), so dass die Nasenwurzel den Gesichts- und Hirnschädel-Anteil des Antlitzes scheidet. **Schädel**

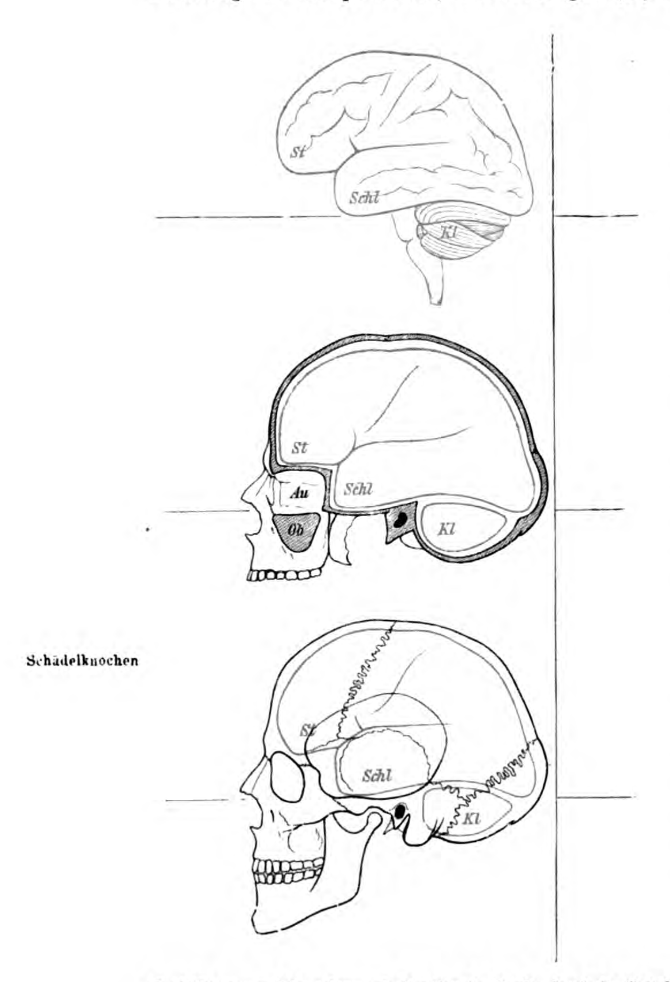
Der Hirnschädel (Cranium) ist auf dem oberen Ende der Wirbelsäule derart befestigt, dass sein größter Durchmesser (zwischen Hinterhaupt und Stirn, siehe Fig. 3), bei aufrechter Haltung von hinten nach vorn aufsteigend, mit der Horizontalen etwa den vierten Teil eines rechten Winkels einschließt. Die eiförmige Begrenzung bewahrt der Hirnschädel, so weit er frei ist; dieselbe macht dagegen einer gebrochenen Fläche Platz in dem Bereich, wo er vorn mit dem Gesichtsschädel vereinigt ist, hinten seine Unterstützung auf der Wirbelsäule findet; in dem Bereich also, welcher als Schädelgrund oder Schädelbasis (von *a'* über *d''*, *d'* bis *c'*) dem freien Teil oder Schädelgewölbe (von *a'* über *a*, *b*, *c*, bis *c'*, Fig. 3) gegenübergestellt wird. **Hirnschädel**

Das Schädelgewölbe (Calvaria) ist allseitig geschlossen und lässt deutlich Seitenflächen und Decke unterscheiden. Die Decke ist in freigeschwungenem Bogen von der Stirn zum Hinterhaupt gewölbt; sie stößt in stumpfem, abgerundetem Winkel an die senkrechten Seitenflächen in einer Linie an, die auf den Tafeln mit *b'* bezeichnet ist, vom Stirnbein über Scheitel- und Schläfenbein verläuft und als Schläfenlinie die Ursprungsfläche des Schläfenmuskels begrenzt. **Schädelgewölbe**

Der Schädelgrund (Basis cranii) zèigt drei sehr charakteristische, ungefähr horizontal stehende Flächen, welche sich durch zwei Stufen von hinten nach vorn treppenartig erheben. Es sind die im Innern der Schädelhöhle als die drei Schädelgruben bezeichneten Vertiefungen, in welchen die drei nach unten und vorn vortretenden Teile des Gehirns ruhen: in der hinteren Schädelgrube das Kleinhirn, in der mittleren der Schläfenlappen des Großhirns, in der vorderen der Stirnlappen des Großhirns. Auch für die äußere Gestalt des Schädels ist das treppenartige Aufsteigen der Schädelgruben von maßgebender Bedeutung (vgl. die Holzschn. auf der folgend. S.). **Schädelgrund**

Anmerkung. Die in Klammer beigesetzten Figuren-Verweisungen beziehen sich auf die anatomischen Tafeln am Schluss des Werkes. Die in den Text eingerückten Abbildungen erläutern sich selbst und sind bei allen Darlegungen zu vergleichen. Ferner sollte der Leser auch einen knöchernen Schädel zur Hand haben und alle beschriebenen Teile daran aufsuchen.

Eine Linie, welche in der Profilansicht (Anat. Taf., Fig. 3) die Lage des Schädelgrundes bezeichnet, steigt nämlich aus der Flächenhöhe der hinteren Schädelgrube, welche äußerlich der Verbindung des Hinterhauptes mit der Wirbelsäule entspricht, im Warzenfortsatz (*d'*) senkrecht auf zu der Horizontalen, die, im Innern der mittleren Schädelgrube entsprechend, im Jochbogen (*d''*) nach vorn verläuft, bis sie am hintern Rande des Jochbeins (*g*) sich wiederum senkrecht erhebt zu einer Horizontalen, welche im Innern der vorderen Schädelgrube entspricht und vorn im oberen Rand der Augenhöhle ihr Ende erreicht. Die Grenze zwischen Schädelgrund und Schädelgewölbe bildet hinten eine Kante, welche vom Hinterhauptsdorn *c'* (Fig. 7) in einer gebogenen Linie zum Warzenfortsatz *d'* verläuft; vorn wird sie dargestellt durch die Ränder der Hirnschädelknochen, an die sich der Gesichtsschädel ansetzt, und durch den oberen Rand der Augenhöhle. Der Schädelgrund lässt Nerven und Blutgefäße vom und zum Gehirn durchtreten und schließt die große Hinterhauptsöffnung ein, durch welche das Gehirn sich in das Rückenmark fortsetzt.



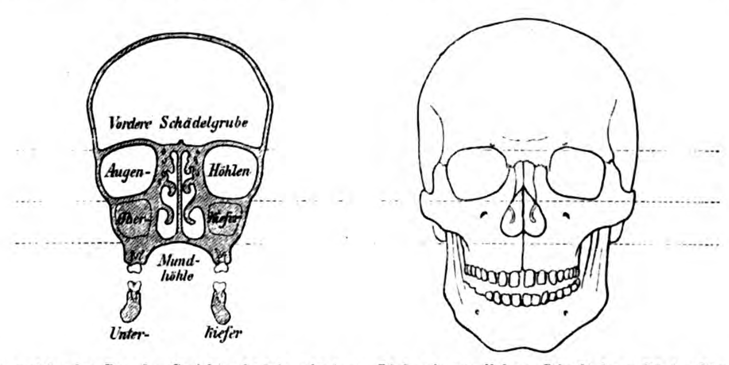
Drei Figuren, welche zeigen, wie der Bau des Kopfes durch die Gestalt des Gehirnes bedingt ist. Die obere Figur zeigt das Gehirn allein. In der mittleren Figur ist das Gehirn im Schädel durch einen Sägeschnitt freigelegt. Die untere Figur zeigt das Gehirn durch die Schädelwand durchschimmernd. *St* Stirnlappen in der vorderen Schädelgrube. *Schl* Schläfenlappen in der mittleren Schädelgrube. *Kl* Kleinhirn in der hinteren Schädelgrube. *Au* Augenhöhle. *Ob* Oberkiefer.

Schädelknochen

An dem **Aufbau** des Hirnschädels beteiligen sich acht durch Nähte zusammengefügte **Knochen**. **Hinterhauptsbein** (*c*) und **Stirnbein** (*a*) bilden die Pole der eiförmigen Kapsel. Das **Keilbein** verbindet beide und ist der wichtigste Knochen im Schädelgrunde, an der Oberfläche des unversehrten Schädels jedoch sind von ihm nur der große Flügel (*e*) und der Flügelfortsatz (*e'*) zu sehen. Zwischen Hinterhauptsbein und Keilbein liegt jederseits ein **Schläfenbein** (*d*, *d*), welches das Gehörorgan einschließt und durch den Jochbogen *d''* mit dem Gesichtsschädel in Verbindung gesetzt ist. Das **Siebbein** schließt die obere Hälfte der Nasenhöhle ein, gehört in so fern mehr zum Gesichtsschädel. Die Decke der Nasenhöhle ist aber zugleich Boden der Schädelhöhle, und zwar der mittlere Teil der vorderen Schädelgrube. Am unversehrten Schädel ist vom Siebbein nur die »papierdünne Platte« Lamina papyracea) sichtbar, welche die innere Wand der Augenhöhle bildet. Die beiden **Scheitelbeine** (*b*) bilden den oberen und hinteren Abschnitt des Schädelgewölbes.

Der Gesichtsschädel nimmt, wie erwähnt, den vorderen Teil des Schädelgrundes in Anspruch, und zwar genau den Teil, der im Innern den Boden der vorderen Schädelgrube bildet und die Stirnlappen des Großhirns trägt (vgl. den mittleren Holzschnitt S. 28). Hier ist der Gesichtsschädel von unten her in der Weise angesetzt, dass die Höhlen desselben oben durch den Schädelgrund abgeschlossen werden: im mittleren Gebiet die Nasenhöhle durch das Siebbein, zu beiden Seiten die Augenhöhlen durch das Stirnbein (vgl. den untenstehenden Holzschnitt). Diese drei Hohlräume nehmen gewissermaßen das oberste Stockwerk des Gesichtsschädels ein. Die Augenhöhlen sind auch gegen den darunter liegenden Stock (Oberkiefer) durch horizontale Böden abgegrenzt, die sich in gleicher Flächenhöhe befinden mit dem Boden der nach hinten anstoßenden mittleren Schädelgrube und äußerlich mit den Jochbögen. Unter der Augenhöhle, jederseits das mittlere Stockwerk des Gesichtsschädels einnehmend, liegt der Oberkieferknochen, und dadurch, dass dessen Quer-

Gesichtsschädel



Zwei Figuren, welche den Bau des Gesichtsschädels erläutern. Links ein parallel zur Stirnfläche geführter Sägeschnitt, dessen Bezirke durch die horizontalen Linien leicht auf den unversehrten Schädel (rechts) bezogen werden können. Der Raum in der Mitte zwischen den beiden Augenhöhlen und Oberkiefern ist die Nasenhöhle, deren Boden zugleich die Decke der Mundhöhle, den Gaumen, bildet.

durchmesser nur etwa die Hälfte des Querdurchmessers der Augenhöhle beträgt, ist es bedingt, dass, während sich der Gesichtsschädel im ganzen nach unten verjüngt, die Nasenhöhle im Gegenteil von oben nach unten weiter wird.

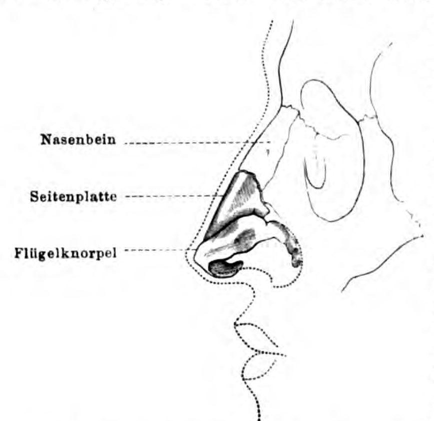
Nasenhöhle

Die Nasenhöhle ist durch eine, in der Mittelebene des Körpers stehende, dünne Platte in zwei symmetrische Hälften abgeteilt, diese Nasenscheidewand ist hinten und oben knöchern, vorn dagegen knorpelig. Im oberen, engen Teil der Nasenhöhle, zwischen den beiden Augenhöhlen, findet sich die Ausbreitung der Riechnerven; der untere, weite Teil, zwischen den Oberkieferknochen, bildet den Weg für die Luft beim gewöhnlichen Ein- und Ausatmen mit geschlossenem Munde. Dieser Teil ist hinten offen und am knöchernen Schädel auch vorn; hinten führen die Öffnungen (Choanae) in den Schlund, vorn blickt man am knöchernen Schädel durch die sogen. »birnförmige Öffnung« (Apertura piriformis) unbehindert in die Nasenhöhle hinein. Der obere, enge Teil dagegen ist vorn und hinten knöchern abgeschlossen, hinten durch den Schädelgrund, vorn durch den knöchernen Nasenrücken.

Nase

Das Skelett der Nase ist nämlich in der oberen Hälfte knöchern, in der unteren knorpelig. Bei der Formbeschreibung der Nase unterscheidet man: Nasenwurzel, Nasenrücken, seitliche Abdachung, Nasenspitze, Nasenlöcher und Nasenflügel. Die Nasenwurzel wird gebildet durch den Nasenteil des Stirnbeins, an welchem die den knöchernen Abschnitt der Nase bildenden Knochenteile, nämlich Nasenbeine (*f* in Fig. 3 und 5) und Stirnfortsätze des Oberkieferknochens (*h'*) durch Nähte festsitzen. An den freien Rand dieser Knochen schließt sich das Knorpelgerüst der Nase an.

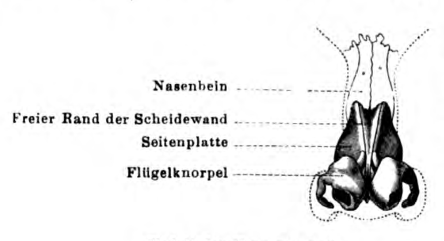
Die Grundlage desselben ist die knorpelige Nasenscheidewand, welche in den freien Teil der Nase hineinragt, aber nicht die Nasenspitze, auch nicht den unteren Rand der Nase erreicht. Nach unten wird sie durch die häutige Scheidewand (Septum mobile) ergänzt, welche die Nasenlöcher von einander trennt. Fasst man diese zwischen die Finger und biegt sie hin und her, so kann man den Rand der knorpeligen Scheidewand deutlich fühlen.



Skelett der Nase, im Profil. Der Umriss der Hautoberfläche ist durch punktierte Linien angedeutet.

Zur Bildung des Nasenrückens schließt sich der freie Rand der knorpeligen Scheidewand (Cartilago septi nasi) an das untere Ende der Nasenbeine genau an. Er bildet eine schwach gehöhlte Fläche, deren Breite bestimmend ist für die Breite des Nasenrückens; nach unten verschmälert sich dieselbe. Ihre Ränder setzen sich jederseits in eine rück- und abwärts gebogene dreieckige Knorpelplatte fort, welche als Seitenplatte (Cartilago nasi lateralis) die seitliche Abdachung der Nase bildet.

Die Form der Nasenspitze wird durch die beiden Flügelknorpel bestimmt, welche die knorpelige Scheidewand nach unten und vorn überragen. Die Nasenspitze zeigt daher zwei Ecken, zwischen welchen eine ebene Fläche oder gar eine seichte Rinne herabzieht. Nur ausnahmsweise schmiegen sich die beiden Ecken so dicht aneinander, dass sie eine wirkliche Spitze bilden. Die Flügelknorpel (Cartilago alaris) sind hufeisenförmig gekrümmte Streifen, welche den vorderen Rand der Nasenlöcher vollständig umfassen. Der innere Schenkel liegt dem unteren Rande der knorpeligen Scheidewand an, der äußere Schenkel verschmälert sich nach hinten zu und verläuft unter der Hautfurche, welche den Nasenflügel gegen die seitliche Abdachung der Nase abgrenzt. Der eigentliche Nasenflügel besteht nur aus Haut und könnte daher, entsprechend dem Ohrläppchen, als Nasenläppchen bezeichnet werden.



Skelett der Nase von vorn.

Augenhöhle

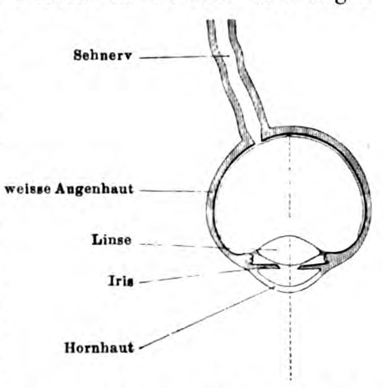
Die Augenhöhle (Orbita) ist ein Raum, ungefähr von der Gestalt einer vierseitigen Pyramide, deren Spitze nach hinten, d. h. in den Kopf hinein, gerichtet ist. Die vier Seiten dieser Pyramide entsprechen also dem Boden, der Decke, der inneren und äußeren Wand der Augenhöhle. Der Boden ist zugleich obere Fläche des Oberkiefers, die Decke ist zugleich Boden der vorderen Schädelgrube, die innere Wand ist zugleich Außenwand für den Riechabschnitt der Nasenhöhle und die äußere Wand scheidet die Augenhöhle von der Schläfengrube. In der Umrandung der Augenhöhle ist der obere und der untere Teil mit besonderen Namen belegt als Ober- und Unteraugenhöhlenrand (Margo supraorbitalis, Margo infraorbitalis).

Die Augenhöhle ist ausgefüllt von Fettgewebe, in welches die Bestandteile des Sehwerkzeuges eingebettet liegen, nämlich: der Augapfel, zu welchem vom Gehirn her der Sehnerv verläuft, ferner die Augenmuskeln, welche so angeordnet sind, dass sie den kugelförmigen Augapfel in jeder Richtung drehen können, und endlich die Thränendrüse, deren Sekret, die Thränen, sich unter die Augenlider ergießt,

für gewöhnlich in so geringer Menge, dass es, soweit es nicht verdunstet, durch einen dazu vorhandenen Kanal in die Nasenhöhle abfließen kann. Nur ausnahmsweise, unter dem Einfluss von Schmerz oder Kummer, wird die Thränenflüssigkeit so reichlich, dass sie über die Lidränder ausfließt.

Augapfel

Der Augapfel (Bulbus oculi) ist eine kleine photographische Kammer von Kugelgestalt. Ihre Wand, von der weißen Augenhaut (Sclera) gebildet, ist allseitig undurchsichtig, nur vorn ist wie ein Uhrglas ein stärker gekrümmtes und durchsichtiges Stück eingesetzt, die sogen. Hornhaut (Cornea). Hinter dieser und wegen der vollkommenen Durchsichtigkeit derselben frei sichtbar ist die Iris oder Regenbogenhaut ausgespannt, mit ihrem Rande an dem Rande der Hornhaut befestigt. Sie ist es, welche bei verschiedenen Menschen eine verschiedene Färbung zeigt und nach welcher die Augen als braune oder blaue unterschieden werden (vgl. S. 19). Die weiße Augenhaut sowohl wie die Hornhaut sind spiegelblank, weil sie durch den Lidschlag fortwährend mit Thränenflüssigkeit benetzt werden. Beide spiegeln daher, die Hornhaut stärker, weil sie durchsichtig ist und einen dunklen Hintergrund hat. Der Augapfel verhält sich also wie ein Konvexspiegel, etwa weil eine spiegelnde Glaskugel, und die Glanzlichter, durch welche die Augen aufleuchten, sind nichts anderes, als die Spiegelbildchen heller Gegenstände. Im Zimmer sind es die Fenster, im Freien sind es Stücke des Himmels, abends in hellerleuchteten Räumen sind es die Lampen oder Gasflammen, welche den Augen ihren Glanz leihen.



Horizontalschnitt des linken Augapfels, von oben gesehen. Die unterbrochene Linie bezeichnet die Lage der Sehachse.

Zu diesen von der Oberfläche der Hornhaut zurückgeworfenen Lichtern kommt in der Regel noch eine hellbeleuchtete Stelle der Regenbogenhaut und erhöht den Glanz des Auges um so mehr, als sie auf der Schattenseite gelegen ist, während die Glanzlichter sich naturgemäß auf der belichteten Seite befinden. Sie entsteht dadurch, dass Lichtstrahlen, welche von der Seite auf die Hornhaut auffallen, von dieser gebrochen und auf die beschattete Hälfte der dahinter liegenden Regenbogenhaut konzentriert werden.

Pupille

Die Regenbogenhaut hat in dem optischen Apparat des Auges die Bedeutung einer Blende, wie die Blenden des Photographen, die je heller das Licht ist, desto kleiner genommen werden. Sie hat aber vor diesen den Vorzug, dass sie, aus feinen Muskelfasern bestehend, durch eine Art von Selbststeuerung bei Vermehrung des zutretenden Lichts ihre Öffnung verengert, bei Verminderung des Lichts dieselbe erweitert. Bie Blendenöffnung, welche Pupille oder Sehloch genannt wird, passt sich demnach ohne Wissen und Willen des Menschen stets dem jeweiligen Helligkeitsgrad der Umgebung an, im Dunkeln ist sie sehr weit, im Sonnenlicht fast punktförmig eng. Beide Pupillen sind immer gleich weit, auch wenn das eine Auge stärker belichtet ist, als das andere. Im Schlafe sind die Pupillen merkwürdigerweise verengt. Für den Beschauer erscheint die Pupille schwarz, weil man durch sie hindurch in den dunklen Innenraum des Augapfels blickt.

Sehachse

Dicht hinter der Pupille liegt die Linse, welche als photographisches Objektiv das Bild der Gegenstände an der hinteren Wand des Augapfels auf die hier ausgebreitete empfindliche Schicht der Nervenhaut oder Netzhaut (Retina) entwirft. Eine Linie, welche man sich durch die Mitte der Hornhaut, die Mitte des Sehlochs

und die Mitte der Linse hindurchgelegt denkt, wird die optische Achse des Auges oder die Sehachse genannt. An der Stelle, wo die Sehachse die hintere Wand des Augapfels trifft, besitzt die Netzhaut ihre höchste Empfindlichkeit, es ist die Stelle des schärfsten Sehens.

Blick

Daher kommt es, dass wir, um einen Gegenstand scharf zu sehen, immer beide Augen so drehen, dass die beiden Sehachsen sich in dem Gegenstande treffen. Wir nennen das: den Blick auf einen Gegenstand richten, ihn ins Auge fassen. Je näher der Gegenstand, um so mehr müssen die beiden Sehachsen sich einander zuwenden (konvergieren), je weiter entfernt der Gegenstand, um so mehr wenden sich die Sehachsen von einander ab, bis sie beim träumerischen Blick in die Ferne, der nichts mehr scharf sieht, einander parallel stehen, eine jede geradeaus nach vorn.

Mimik des Blickes

Dadurch nun, dass wir den Augen eines Anderen ansehen, wohin sein Blick gerichtet, durch was also und in welchem Grade seine Aufmerksamkeit in Anspruch genommen ist, erlangen die Bewegungen der Augen eine große mimische Wichtigkeit. Bei der größten Selbstbeherrschung eines Menschen kann ein einziger Blick zum Verräter werden und die sorgsam verborgene Seelenstimmung mit einem Schlage enthüllen. Und auch die Art, wie der eine und der andere Mensch das eine und das andere Mal den Blick nach dem Gegenstand seiner Aufmerksamkeit hinwendet, ist ausdrucksvoll. Denn es kann in verschiedener Weise geschehen, erstens durch Drehung der Augen in ihren Höhlen, zweitens durch Drehung des Kopfes und endlich durch Wendung des ganzen Körpers nach der Richtung, wohin wir sehen wollen.

Auflauernder, koketter, wichtigthuender Blick

In der Regel dreht man sowohl den Kopf als auch die Augen im Kopfe nach der gleichen Richtung und erreicht so mit zwei mäßigen Bewegungen doch einen hinreichenden Erfolg. Wenn im Leben oder in bildlichen Darstellungen ohne ersichtlichen Grund von dieser Regel abgewichen wird, so entsteht der Eindruck des Gezwungenen oder des Unbeholfenen, wie man das bei ungeschickt gesetzten photographischen Porträts nicht selten bemerken kann. Sind die Abweichungen dagegen begründet, so werden sie ausdrucksvoll. Der Blick durch Bewegung der Augen allein macht den Eindruck des auflauernden, verstohlenen oder aber des kokettierenden Blickes, weil er, rasch und vorsichtig ausgeführt, leicht unbemerkt bleiben kann. Ist der Beobachter selbst der Gegenstand, den wir so anblicken, so fühlt er, dass wir ihn unbemerkt beobachten wollen, oder, wenn wir den Blick vor seinem Blicke nicht zurückziehen, dass wir ein vor Anderen verborgenes stilles Einverständnis mit ihm suchen. Ganz anders, wenn man der Drehung der Augen nicht nur mit einer gleichen des Kopfes nachhilft, sondern das ganze Gesicht oder gar den ganzen Körper vollständig nach dem Gegenstande der Aufmerksamkeit hinwendet. Das macht den Eindruck, dass man feierlich oder umständlich nach dieser Seite hin seine volle Hingegebenheit bethätigen will. Wird nun von einem Menschen die eine oder die andere dieser Arten, den Blick zu wenden, ganz vorzugsweise benutzt, dann wird dieselbe zu einem für ihn charakteristischen Ausdruck. Die Menschen, die nur mit den Augen blicken, ist man geneigt, für zurückhaltend, lauernd, intrigant zu halten, diejenigen dagegen, die sich immer ganz herumdrehen, erscheinen wichtigthuerisch, schwerfällig oder zudringlich.

Liebende Teilnahme

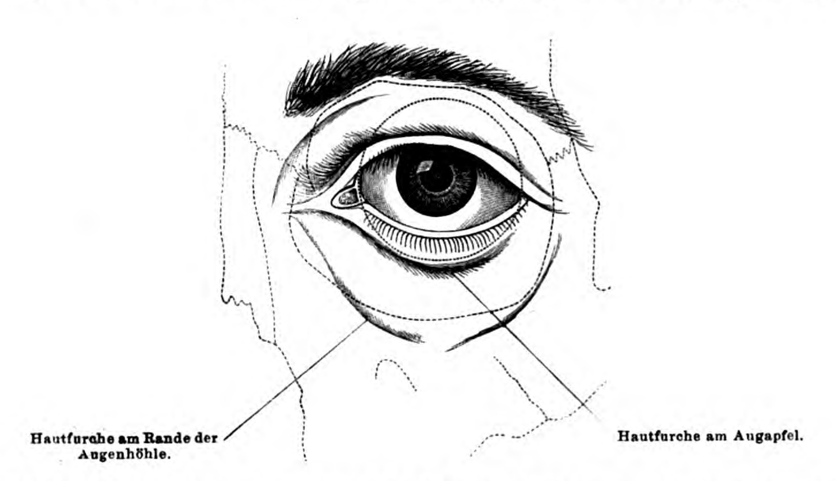
Eine Besonderheit des Ausdrucks kann der Blick auch dadurch bedingen, dass er eine Neigung des Kopfes nach der Seite nötig macht. Um einen symmetrischen Gegenstand, wie z. B. ein menschliches Antlitz, so zu sehen, dass wir einen vollen Eindruck von ihm erhalten, ist es nötig, dass wir unser Gesicht ihm gerade gegenüberstellen. Ist das nun, wie z. B. wenn wir uns zu einem geliebten Kranken niederbeugen, nicht möglich ohne eine starke Neigung des Kopfes nach der Seite, dann wird diese Neigung ausdrucksvoll für die liebende Teilnahme, die wir der so ange-

blickten Person widmen. Dieser Zug wurde oben S. 11 als Beispiel für die einfachste Form mimischer Bewegungen aufgeführt, welche dort »begleitende Bewegungen« genannt wurden. W. HENKE in den auf S. 25 zitierten Aufsätzen giebt Beispiele aus der bildenden Kunst, so Raffaëls Madonna Colonna im Berliner Museum, welche in mütterlicher Zärtlichkeit zu ihrem Knaben niederblickt.

Künstliche Augen

Es sind also die Bewegungen des Auges, durch welche dieses ausdrucksvoll wird, nicht etwa die Eigenschaften des Augapfels selbst. Das wird Einem besonders deutlich bei der Betrachtung künstlicher Augen. Solche werden bekanntlich aus Glas leicht hergestellt und zu billigen Preisen verkauft. Da ist es denn überraschend zu sehen, wie vollkommen eine solche Glaskugel, wenn sie nur in Größe und Farbe passend ausgewählt ist, dem natürlichen Auge der anderen Seite gleicht.

Der Augapfel selbst ist in seiner äußeren Erscheinung nahezu unveränderlich. Die einzige wahrnehmbare Veränderung, die Verengerung und Erweiterung der Pupille,



Linkes Auge mit geöffneten Lidern. Der Augenhöhlenrand und die umgebenden Knochen durch unterbrochene, der Augapfel durch punktierte Linien umrissen. Die Hautoberfläche der Lider durch Schattierung angedeutet. Nach MERKEL.

ist nicht durch Gemütszustände, sondern durch äußere Bedingungen, vorzugsweise durch den Helligkeitsgrad der Umgebung, veranlasst.

Glanz des Auges

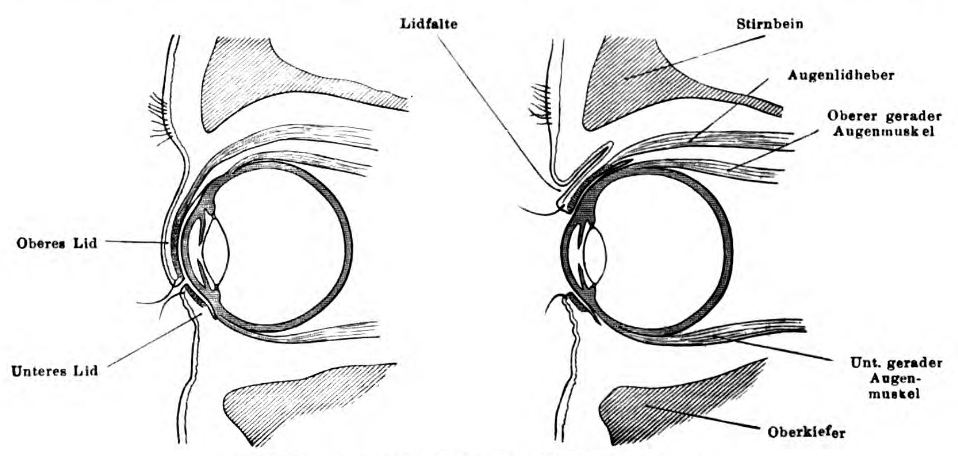
Nicht einmal der größere oder geringere Glanz des Auges hängt vom Augapfel selbst ab. Der Augapfel ist, so lange ihn nicht Krankheiten verändern, immer gleich glänzend, er stellt infolge seiner prallen Füllung mit Flüssigkeiten einen starren Körper dar, dessen glatte Oberfläche stets durch Thränenflüssigkeit nass und spiegelnd erhalten wird. Es kommt also nur darauf an, erstens: wie viel oder wie wenig von dieser spiegelnden Kugel sichtbar ist, und zweitens: welche Lichtquellen gerade in der Umgebung vorhanden sind, deren Strahlen von der spiegelnden Kugel zurückgeworfen werden können. In letzterer Beziehung ist es wesentlich, dass die Lichtquellen in der Regel höher gelegen sind als die Augen, und dass das Spiegelbildchen, das sogen. Glanzlicht, infolge dessen auf der oberen Hälfte des Augapfels entsteht. Bezüglich des sichtbaren Teils des Augapfels aber ist es bemerkenswert, dass auch wieder, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird, gerade die obere Hälfte desselben es ist, in der die Veränderungen der Größe des Lidspaltes erfolgen.

Augenlider

Die beiden Augenlider (Palpebrae) sind Hautfalten, welche von unten und von oben her vor den Augapfel treten. An ihren beiden Enden vereinigen sie sich und bilden dadurch die Augenwinkel. Der äußere läuft spitz zu und liegt dem

Augapfel unmittelbar an, der innere Augenwinkel ist durch eine Ausbuchtung, den Thränensee, von dem Augapfel entfernt. Im Thränensee erhebt sich ein kleiner gelbrötlicher Wulst, die Thränenkarunkel, den Abschluss nach dem Augapfel zu bildet eine, sich diesem anschmiegende halbmondförmige Falte, welche als sogen. Nickhaut z. B. bei den Vögeln so stark entwickelt ist, dass sie wie ein drittes Augenlid über den Augapfel gezogen werden kann.

Die Augenlider erhalten eine gewisse Steifheit durch die Lidknorpel, festere Platten, die nach der Form des Augapfels gewölbt sind und einen verdickten freien Rand haben. Ihre Enden sind an den Seitenwänden der Augenhöhle befestigt durch die Augenwinkelbänder, von denen das innere (s. Fig. 6) das stärkere und auch am Lebenden durch die Haut zu erkennen ist (vgl. Holzschn. S. 33). Der freie Rand der Augenlider zeigt eine glatte Fläche, mit der die beiden Lider beim Schluss sich an einander legen. Diese Fläche ist durch eine innere und eine äußere Lidkante begrenzt. Die innere Kante liegt dem Augapfel dicht an; beim unteren Lid steht aber immer eine gewisse Menge von Thränenflüssigkeit zwischen beiden und bedingt sehr häufig ein strichförmiges, den Lidrand entlang laufendes Glanzlicht. An der

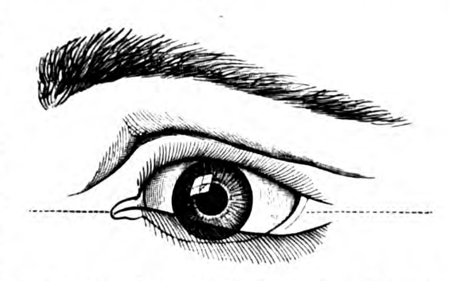


Senkrechter Durchschnitt des Auges, geschlossen und geöffnet.

äußeren Lidkante sind die Augenwimpern eingepflanzt, kleine, steife, bogenförmig gekrümmte Haare, die, vom oberen und unteren Lid her ihre konvexe Krümmung einander zukehren und beim Lidschluss verschränken. Dass die Thränen, außer beim Weinen, nicht über die Lidränder überfließen, rührt daher, dass das fettige Sekret der in den Lidern eingeschlossenen MEIBOM'schen Drüsen die Lidränder überzieht und dieselben für die wässerige Thränenflüssigkeit unbenetzbar macht. Der regelmäßige Abfluss der Thränen erfolgt durch die Thränenkanälchen und den Thränennasengang nach der Nasenhöhle. Die Thränenkanälchen beginnen am oberen und unteren Augenlid an der Stelle, wo der freie Lidrand in den Rand des Thränensees übergeht. Auf der kleinen Ecke, die sich hier in den Winkel zwischen Augapfel und Thränensee hineinschmiegt, sieht man, bei herabgezogenem Lide, ein Grübchen, den sogen. Thränenpunkt, durch welchen die Thränenflüssigkeit fortwährend weggesaugt wird. Zur Ausbreitung der Thränen über die Fläche des Augapfels, sowie zu ihrer Ansammlung und Wegsaugung am Thränensee dient der Lidschlag, das Blinzeln, jene ihrer Kürze wegen kaum wahrnehmbare Schließbewegung, welche jeder Mensch in kürzeren oder längeren Zwischenräumen unbemerkt ausführt.

Öffnung und Schluss der Lider

Der Schluss der Augenlider geschieht durch die Zusammenziehung des Kreismuskels, den wir weiter unten besprechen werden; beim oberen Augenlid wirkt auch die Schwere mit. Für die Öffnung besitzt nur das obere Lid einen besonderen Muskel, den Augenlidheber. Derselbe entspringt in der Tiefe der Augenhöhle und setzt sich an den oberen Rand des oberen Lidknorpels. Zum Zweck der Öffnung zieht er den Lidknorpel auf dem Augapfel nach oben und hinten in die Augenhöhle hinein. Dadurch entsteht eine enge aber tiefe Hautfurche, die als obere Lidfalte oder Deckfalte bezeichnet wird (s. Holzschn. S. 34) und die beim Senken des Lides wieder verstreicht. Das untere Lid kann nicht zurückgezogen werden; wenn es sich bei der Öffnung beteiligt, so geschieht dies lediglich durch die Schwere. Das ist aber so wenig, dass es kaum in Betracht kommt. Man kann daher sagen: das Öffnen und Schließen der Augenlider ist im wesentlichen ein Heben und Senken des oberen Lids, welches deshalb auch als Augendeckel bezeichnet wird. Dabei ist aber noch zu bemerken, dass bei diesen Bewegungen nur der innere Lidwinkel an seinem Platze bleibt, der äußere dagegen mitgeht, d. h. beim Öffnen des Auges ein wenig empor-, beim Schließen wieder ein wenig herabsteigt. Beim geschlossenen Auge steht demnach der äußere Augenwinkel etwas tiefer, beim geöffneten dagegen etwas höher als der innere Winkel.



Linkes Auge. Über das Bild des geöffneten Auges ist der Rand des oberen Lides bei geschlossenem Auge gelegt und dadurch die Lageveränderung des äußeren Augenwinkels gezeigt. Die unterbrochene Linie bezeichnet die durch den inneren Augenwinkel gelegte Horizontale. Nach HENKE.

Mimik des Lidspaltes

Die bei verschiedenen Menschen gewohnheitsmäßig verschiedene und bei ein und demselben Menschen je nach der Stimmung wechselnde Weite des Lidspaltes hat ihre mimische Bedeutung. Das Offenstehen der Augen ist der Maßstab des geistigen Wachseins. Lebhaftes Erfassen der Eindrücke und frische Thatkraft drücken sich aus durch weit geöffnete, Aufgeregtheit und Phantasterei durch übermäßig aufgerissene Augen. Umgekehrt lassen halb geöffnete Augen, deren oberes Augenlid kaum die Pupille ganz frei lässt, auf einen matten, schläfrigen Geist schließen, mag dieser Zustand nun vorübergehend sein als Folge grosser Anstrengungen oder als Zeichen zeitweiliger Gleichgültigkeit, oder mag er eine bleibende Eigenschaft des betreffenden Menschen sein.

Matte und feurige Augen

Da nun in dem halbgeöffneten Lidspalt die untere Hälfte des Augapfels sichtbar ist und in dem Maße, als das Auge sich weiter öffnet, nach und nach ein immer größerer Abschnitt der oberen Hälfte frei wird und da, wie oben S. 33 gezeigt wurde, die leuchtenden Spiegelbildchen gerade auf der oberen Hälfte zu entstehen pflegen, so wird daraus ohne weiteres verständlich, warum müde und stumpfsinnige Augen auch wirklich matt und lichtleer, lebhafte Augen dagegen feurig erscheinen. Die Glanzlichter, die den Augen ihr Feuer verleihen, können eben nur entstehen in dem Maße, wie die obere Hälfte des Augapfels entblößt wird.

So erklärt es sich auch, warum die Augen im Gesicht des Lachenden glänzend erscheinen, obwohl der Lidspalt eng ist. Die Verengerung des Lidspaltes rührt hier nicht her von einer Senkung des oberen, sondern von einer durch die Lachbewegung bedingten Empordrängung des unteren Lides (vgl. S. 51). Der beim Lachenden sichtbare Teil des Augapfels gehört der oberen Hälfte desselben an, deren Glanzlichter durch die nach oben gedrängte Thränenflüssigkeit noch glänzender werden.

Dunkele Augen können leuchtender erscheinen als helle, weil das Glanzlicht

der Hornhaut sich vor einer dunkelen Regenbogenhaut leuchtender abhebt als vor einer hellen. Daher auch der eigentümliche Glanz von Augen mit sehr erweiterten Pupillen, wie sie in der Abenddämmerung von selbst entstehen und auf künstlichem Wege durch Einträufelung von Atropin erzeugt werden können.

Auch die mimischen Bewegungen der die Augen umgebenden Teile, besonders der Augenbrauen, können den Glanz der Augen durch Beschattung heben und überhaupt sehr wesentlich den Ausdruck der Augen bestimmen. Dieselben werden weiter unten im Zusammenhang mit der Gesichtsmuskulatur abgehandelt, während wir hier zunächst zur Schilderung des Gesichtsschädels zurückkehren.

Oberkiefer

Jeder Oberkieferknochen (Maxilla) trägt an seiner unteren Fläche eine Knochenleiste, deren vorderes Ende sich nach der Mitte zu verlängert und unter der Nasenöffnung mit der entsprechenden Leiste der andern Seite verschmilzt. Dies ist der im ganzen hufeisenförmige Zahnfortsatz (Processus alveolaris), welcher in seinen Fächern oder Alveolen die Wurzeln der Oberzähne einschließt und mit seinem vorderen Teile die Begrenzung der Nasenhöhle und Nasenöffnung ausmacht. Der Raum, den der hufeisenförmige Zahnfortsatz umspannt, wird geschlossen durch den Gaumen (Palatum durum), eine mit der hinteren Schädelgrube und den Warzenfortsätzen (*d'*) in einer Ebene liegende knöcherne Platte, welche zugleich Boden der Nasenhöhle und Decke der Mundhöhle ist (vgl. den Holzschnitt auf Seite 29).

Mundhöhle

In der Höhe der Mundhöhle, als des untersten Stockwerks des Gesichtsschädels, findet sich nun hinten kein Teil des Hirnschädels mehr; dieselbe liegt in gleicher Höhe mit den obersten Halswirbeln. Ihre Begrenzungen sind nach oben, wie erwähnt, der harte Gaumen, von dessen hinterem Rande aus sich im Lebenden die Scheidewand zwischen Luft- und Speisenweg als weicher Gaumen nach hinten und unten fortsetzt und als Gaumensegel mit dem Zäpfchen endigt. Diese im vorderen Teil harte, im hinteren Teil bewegliche Decke der Mundhöhle ist in einem geöffneten Munde ganz zu übersehen. Die Wände der Mundhöhle im engeren Sinn werden gebildet durch die auf einander stoßenden Reihen der Ober- und Unterzähne; der Boden, dessen vorderer Teil, an seiner unteren Fläche von der äußeren Haut überzogen, das Unterkinn bildet, ist ein zusammengesetzter Muskelapparat. Eine annähernd horizontale Muskelplatte (der in Fig. 4 bei *O* sichtbare Kiefer-Zungenbeinmuskel) schließt den Raum zwischen dem Unterkieferkörper und dem Zungenbein (*k*, Fig. 3 und 4) ab und bildet so die Grundlage, auf der die eigentliche Zungenmuskulatur aufliegt. Nämlich: ein Muskel, der vom Kinn zum Zungenbein geht und das letztere nach vorn zieht, und ein darüber liegender, der eigentliche Zungenmuskel, der, ebenfalls vom Kinn kommend, mit seinen Fasern nach hinten und oben in die Zunge fächerförmig ausstrahlt. Dieser, im Verein mit einigen kleineren Muskeln, baut dieses Organ auf, dessen Leistungen in seiner Mitwirkung beim Sprechen nicht erschöpft sind. Die Zunge hat eine nicht geringere Bedeutung für die Schluckbewegung, ferner ist sie der Sitz der Geschmacksempfindung und ein höchst empfindliches Tastorgan.

Zähne

An den Zähnen unterscheidet man die Zahnwurzel, die fest eingefügt in den Kiefern steckt, die Zahnkrone, welche in die Mundhöhle frei vorragt, und den Zahnhals, der zwischen jenen beiden gelegen ist und vom Zahnfleisch umschlossen wird. Nach der verschiedenen Gestalt der Zahnkronen werden die Zähne verschieden benannt. Von der Mitte angefangen und in einer Zahnreihe rechts oder links nach hinten gezählt, sehen wir zuerst 2 Schneidezähne (*v*), welche meißelförmig zugeschärft sind und unter der Nasenöffnung stehen (Dentes incisivi). Dann 1 Eckzahn (*w*), welcher die Ecke des Zahnbogens bildet, annähernd pfriemförmig ist und am Oberkiefer, weil er hier unter dem innern Augenwinkel steht, auch Augenzahn genannt

wird (Dens caninus). Weiter folgen nach hinten 2 Backzähne (D. praemolares), die von außen gesehen nicht breiter erscheinen als die vorderen, aber eine vergrößerte Kaufläche dadurch gewinnen, dass sie zwei Spitzen haben, eine äußere und eine innere. Und endlich 3 Mahlzähne (D. molares), welche doppelt so breit sind als die andern und, da sie vier Spitzen haben, auch eine Kaufläche besitzen, die doppelt so groß ist als die der Backzähne. Da sich die geschilderte Reihe von 8 Zähnen viermal wiederholt, nämlich auf beiden Seiten und in jedem Kiefer, so besitzt der Erwachsene 32 Zähne. Diese bleibenden Zähne brechen in bestimmter Reihenfolge hervor zwischen dem 7. und 16. Lebensjahr, mit Ausnahme des hintersten Mahlzahnes, der erst zwischen dem 17. und 30. Jahr herauskommt und deshalb Weisheitszahn genannt wird. Vor dem 7. Lebensjahr tragen die Kiefer das Milchgebiss, je die 5 vorderen, also im ganzen 20 Zähne; sie brechen zwischen dem 6. und 24. Lebensmonat in gewisser Reihenfolge hervor und werden zwischen dem 7. und 15. Lebensjahr, ebenfalls in gewisser Reihenfolge, verloren und durch die bleibenden ersetzt.

Hinterhaupt

Wir haben gesehen, dass der Gesichtsschädel unter denjenigen Teil des Hirnschädels senkrecht untergesetzt ist, welcher den Stirnlappen des Großhirns enthält, — wenn man den Hirnschädel einem Ei vergleicht, dann ist es die nach vorn und oben gerichtete Spitze des Eies. Der stumpfe Pol des Eies entspricht dem Hinterhaupt, welches in seinem unteren Teil bis zu *c'* (Fig. 3 und Fig. 7) die hintere Schädelgrube einschließt, das Kleinhirn enthält (vgl. Holzschnitte auf S. 28) und äußerlich der Nackenmuskulatur zum Ansatz dient. Es bleibt nun noch der Raum zwischen Hinterkopf und Gesichtsschädel zu zergliedern.

Raum zwischen Gesicht und Hinterhaupt

Noch dem Hirnschädel angehörend und in den knöchernen Schädelgrund eingeschlossen, liegt in diesem Raume das Gehörorgan, und zwar im hintersten Teil des Raumes; in dem rechten Winkel, der gebildet wird von dem senkrecht gestellten Warzenfortsatz (*d'*) und dem horizontal nach vorn gespannten Jochbogen (*d''*). Ein knöcherner Kanal führt hier von außen nach innen: der knöcherne Gehörgang, welcher innen durch das Trommelfell abgeschlossen ist. Nach außen ergänzt diesen der knorpelige Gehörgang, welcher trichterförmig sich erweiternd, zur Ohrmuschel wird.



1 Ohrleiste. 2. Gegenleiste. 3 Ober- und Unterschenkel der Gegenleiste. 4 Muschelgrube. 5 Ecke. 6 Gegenecke. 7 Ohrläppchen.

Die Ohrmuschel (Auricula) ist eine durch biegsamen Knorpel gesteifte Hautfalte, im allgemeinen muschelförmig, vorn mit niedrigem Rand in die Wangenfläche des Gesichts übergehend, oben, hinten und unten sich frei abhebend. Der untere, schmalere Teil enthält keinen Knorpel, ist daher weich und wird Ohrläppchen genannt; bei einem schön geformten Ohr soll das Läppchen nicht zu groß, aber von der Wange frei abgesetzt sein. Der obere, breitere Teil zeigt einen umgeschlagenen Rand und eigentümliche Wülste und Vertiefungen, deren Bezeichnungen aus dem nebenstehenden Holzschnitt zu ersehen sind.

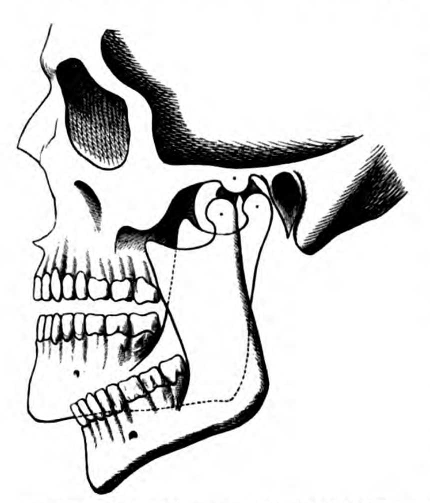
Schlundkopf und Kauapparat

Nach Abzug des Gehörapparates kann der in Rede stehende Raum zwischen Gesicht und Hinterhaupt in drei Abschnitte gesondert werden, einen mittleren und zwei seitliche. Der mittlere, der hinter der Nasenhöhle liegt und in den sich diese direkt öffnet, ist der bereits erwähnte Schlundkopf (Pharynx), ein Teil des Atmungsweges. Die beiden seitlichen Abschnitte, welche hinter dem Oberkieferknochen und vor dem Gehörgang und Warzenfortsatz liegen, sind ausgefüllt von dem Unterkieferast, mit dem Kiefergelenk und den Kaumuskeln; verbreitert wird diese Gegend durch den Jochbogen, der sich in der Seitenfläche des Kopfes vom Hirnschädel zum Gesichtsschädel spannt. Er besteht in seinem hinteren Teil aus dem

Jochfortsatz (*d''*) des Schläfenbeins, in seinem vorderen Teil ist er ein selbständiger Knochen, das Jochbein oder Wangenbein (Os zygomaticum, *g*), welches sehr wesentlich in den Aufbau des Gesichtsschädels eingreift. Denn es beteiligt sich an der Begrenzung der Augenhöhle und bildet, indem es mit einem aus der Seitenfläche des Oberkieferknochens sich erhebenden Fortsatz verschmilzt, den Wangenhöcker oder Backenknochen. Wie sehr aber die Größe und Form dieses Höckers die Gestalt des Antlitzes beeinflusst, ist bekannt und aus einem Blick auf Fig. 1 auch sofort verständlich. Wir werden bei der Besprechung der verschiedenen Kopfformen darauf zurückkommen.

Unterkiefer

Der Unterkiefer (Mandibula) ist ein von einer Seite zur andern hufeisenförmig gekrümmter, mit seiner größeren Fläche annähernd senkrecht gestellter Bügel (Unterkieferkörper), welcher an seinem hintern Ende beiderseits in einen nach oben gerichteten Teil umbiegt (Unterkieferast). Der Körper trägt auf seinem oberen Rande in entsprechenden Zahnfächern die Reihe der Unterzähne, diese sind in einen Bogen gestellt, der dem Bogen der Oberzähne ungefähr entspricht, vorn aber etwas schmaler ist, als dieser, so dass bei gewöhnlichem Aufeinanderbeißen die Schneiden der Unterzähne hinter die der Oberzähne zu liegen kommen. Der Unterkieferast bildet nicht einfach die Fortsetzung des Körpers, sondern ist an diesen gewissermaßen von außen angelegt, so dass sein vorderer Rand über die äußere Fläche des Körpers als »schräge Linie« von hinten nach vorn herab verläuft. Am Kinn ragt der Knochen in der Mittellinie etwas oberhalb des unteren Randes am meisten nach vorn (Fig. 3) und bildet dadurch den Kinnvorsprung (Protuberantia mentalis). Außerdem finden sich unter den beiden unteren Eckzähnen am Kieferrande kleine Anschwellungen, die Kinnhöcker, welche dem Kinn seine Breite geben.



Unterkiefer bei geschlossenem und bei weit geöffnetem Munde. Die Lage der beiden Drehungsachsen ist durch Punkte angegeben, dazwischen die bikonkave Bandscheibe.

Unterkieferwinkel

Der untere Rand des Körpers und der hintere Rand des Astes bestimmen den Umriss des Antlitzes in seinem unteren Teil und der Winkel, in dem beide in einander übergehen, der sogenannte Kieferwinkel, ist daher von Bedeutung. Derselbe verändert sich im Laufe des Wachstums, so dass er ungefähr beträgt:

beim Neugeborenen	142	Grad
» 2jährigen Kind	140	»
» 5jährigen »	138	»
» 10jährigen »	124	»
» erwachsenen Weib	118	»
» erwachsenen Mann	117	»
» Greis	124	»

Unter dem Einfluss der Zahnentwickelung vergrößert sich also der Unterkieferkörper mehr und mehr nach hinten zu und der Kieferwinkel wird entsprechend kleiner, bis er sich im erwachsenen Mann einem rechten nähert. Beim Verlust der Zähne und Schwund der Zahnfächer im Greisenalter wird er wieder größer.

Unterkieferast

Nach oben zu endigt der Kieferast mit zwei Fortsätzen: vorn der Kronenfortsatz, der vollständig von der Sehne des Schläfenmuskels in Anspruch genommen wird, hinten der stark verbreiterte Gelenkfortsatz, welcher bei geschlossenem Mund in einer, zwischen Jochbogen und Gehörgang, an der unteren Fläche des Schläfenbeins gelegenen Grube ruht.

Kiefergelenk

Das Kiefergelenk ist ein Charnier, aber kein einfaches, sondern ein Doppelcharnier. Beide Knochen tragen konvexe Gelenkrollen, welche nur dadurch zu einer Gelenkverbindung zusammentreten können, dass zwischen ihnen eine bikonkave Bandscheibe eingeschaltet ist.

Bei der Öffnung des Mundes dreht sich zwar zunächst der konvexe Gelenkfortsatz des Unterkiefers um seine querliegende Achse in der unteren Höhlung der Bandscheibe. Bei weitergehendem Aufsperren aber tritt die Bandscheibe selbst mit dem Unterkiefer nach vorn auf den konvexen, überknorpelten Höcker an der unteren Fläche des Jochfortsatzes. Legt man am eigenen Kopf die Fingerspitze genau vor der Ohrmuschel fest an und sperrt dann den Mund auf, so fühlt man das Vortreten des Gelenkkopfs; dieses macht sich auch sichtbar durch Einsinken der Haut am vorderen Rande der Ohren, da, wo der Gelenkkopf bei geschlossenem Munde lag.

Bei der sogenannten Mahlbewegung, wenn die Unterzähne sich an den Oberzähnen herüber und hinüber bewegen, wird dieses Vortreten der Bandscheibe mit dem Unterkiefer auf den Gelenkhöcker benutzt, abwechselnd auf der einen und der andern Seite, und zwar ohne gleichzeitige Drehung des Unterkiefers um seine Achse.

Kaumuskeln

Die Kaumuskeln, welche den Unterkiefer am Oberkiefer bewegen, sind jederseits vier, von denen man aber äußerlich nur zwei wahrnimmt.

Der Schläfenmuskel (*SS*, Fig. 6) entspringt von der durch die Schläfenlinie (*b'*) begrenzten Seitenfläche des Hirnschädels, zieht unter dem Jochbogen durch und setzt sich an dem Kronenfortsatz des Unterkiefers fest. Er ist von einer derben Binde bedeckt, welche entlang der Schläfenlinie am Schädelgewölbe, unten dagegen am oberen Rande des Jochbogens festsitzt. Im oberen Teile liegt die Binde dem Muskel dicht an, nach unten zu entfernt sie sich von ihm, indem sie senkrecht weiterzieht zum Jochbogen, der Muskel aber mehr nach innen gerichtet ist. Dies ist die Ursache, warum das Anschwellen des Muskels beim Kauen nur im oberen Teile, im unteren dagegen eher eine Einziehung bemerkbar wird, durch den Zug des Muskels an der Binde. Der Zwischenraum zwischen Binde und Muskel ist hier unten durch Fettgewebe ausgefüllt, — daher das Einsinken der Schläfen bei abmagernden Personen.

Der Kaumuskel (*S*) entspringt vom unteren Rande des Jochbogens und Wangenhöckers und setzt sich an der äußeren Fläche des Unterkieferwinkels an; seine tiefe Schicht (*S'*) verläuft senkrecht, seine oberflächliche stärkere Schicht (*S*) dagegen schräg von vorn nach hinten herab. Diese letztere ist in ihrem oberen Teil an der Oberfläche sehnig, so dass das Anschwellen des Muskels beim Aufeinanderbeißen der Zähne am stärksten in der Gegend des Kieferwinkels bemerkbar wird.

Die beiden äußerlich nicht sichtbaren Kaumuskeln entspringen vom Flügelfortsatze des Keilbeins (*e'*, Fig. 3): der äußere Flügelmuskel, welcher sich an den vorderen Rand der Bandscheibe und des Gelenkfortsatzes ansetzt, und diesen bei den oben besprochenen Bewegungen nach vorn zieht, und der innere Flügelmuskel, der sich an der inneren Fläche des Unterkieferwinkels ansetzt und in seiner Wirkung mit dem Schläfen- und dem Kaumuskel übereinstimmt: Heben und Anpressen des Unterkiefers gegen den Oberkiefer.

Die Entfernung des Unterkiefers vom Oberkiefer wird, wenn die Schwere dazu nicht ausreicht, durch die Zungenbeinmuskulatur bewirkt, besonders durch den

zweibäuchigen Kinnladenmuskel (*P*, *P'*, Fig. 4), welcher vom Warzenfortsatz des Schädels kommt, mit seiner Zwischensehne durch eine Schlinge am Zungenbein festgehalten wird und sich in veränderter Richtung vorn an dem Unterkiefer ansetzt.

Gesichtsmuskeln.

Gesichtsmuskeln

Bisher haben wir nächst der Raumverteilung im Kopfe das Skelett desselben, die Sinnesorgane und diejenigen Muskeln ins Auge gefasst, welche den Unterkiefer am Schädel bewegen. Wir haben jetzt ein System von Muskeln zu betrachten, welche nicht von Knochen zu Knochen gehen, sondern, sich von innen her an die Haut festsetzend, diese auf ihrer knöchernen Unterlage verschieben oder einzelne Hautstellen gegen andere hin bewegen: die Hautmuskulatur des Kopfes, oder, wie man gewöhnlich sagt, die Gesichtsmuskeln, wobei aber zu bemerken ist, dass unter dieser Bezeichnung außer den eigentlichen Gesichtsmuskeln auch der Hautmuskel des Halses und die Muskeln der Schädeldecke mit einbegriffen werden.

Diese Muskulatur hat zunächst eine sehr wichtige Aufgabe, nämlich einen Vorhof der Mundhöhle zu bilden, d. h. eine Wand herzustellen, welche, wenn die Zahnreihen von einander entfernt sind, die Mundhöhle seitlich und nach vorn abschließt.

Trompetermuskel

Der Trompetermuskel (*K*, Fig. 4 und 6) leistet dies. Er entspringt an den Zahnrändern beider Kiefer, zieht mit parallelen Fasern als breite Muskelplatte nach vorn, spaltet sich am Mundwinkel in zwei Züge und geht so als Grundlage der Lippenmuskulatur in den entsprechenden Muskel der andern Seite über. Demnach kann man einen Wangenteil und einen Lippenteil dieses Muskels unterscheiden.

Seine innere Oberfläche ist von der Schleimhaut der Mundhöhle überzogen, welche, von ihm gleichmäßig auf die Zahnränder der Kiefer übergehend, hier das sogen. Zahnfleisch bildet, während sie sich andererseits an der Mundspalte zunächst allmählich in das Lippenrot umwandelt, um sich am Lippenrande direkt in die äußere Haut fortzusetzen.

Rundung der Wange

Der Wangenteil des Trompetermuskels ist durch ein mächtiges Fettpolster bedeckt und von den oberflächlichen Muskeln der Wangengegend getrennt. Dieses Fettpolster füllt die geräumige Lücke zwischen den Kiefern und dem Kaumuskel ganz aus und rundet die Wange. Wird es aufgezehrt durch Krankheit oder Not, dann sinkt die Wange ein und der vordere Rand des Kaumuskels sowie der Wangenhöcker treten scharf hervor.

Übersicht

Um sich unter den übrigen Gesichtsmuskeln zurecht zu finden, muss man sich vergegenwärtigen, dass alle, entweder als Öffner oder als Schließer, zu den im Gesicht vorhandenen Öffnungen in Beziehung stehen. Die Öffner müssen naturgemäß im allgemeinen so angeordnet sein, dass ihre Muskelfasern wie Strahlen an den Rändern der Öffnung ansetzen. Die Schließer dagegen müssen kreisförmig die Öffnung umfassen, oder aber, was auf dasselbe hinausläuft, durch zwei von verschiedenen Seiten um die Öffnung gelegte Schlingen dieselbe einschnüren. Die vorhandenen Öffnungen sind Mund, Nase, Augen. Wir werden demnach die Gesichtsmuskeln zweckmäßigerweise in drei Gruppen sondern: Muskulatur der Lippen, Nasenmuskulatur und Muskeln der Augenlider.

Muskulatur der Lippen

An der Mundöffnung ist der Schließmuskel durch zwei übereinander gelegte Schlingen dargestellt, welche sich an den Mundwinkeln kreuzen. Der in den Lippen gelegene Teil derselben verschmilzt mit dem Lippenteil des Trompetermuskels und wird mit diesem als Kreismuskel des Mundes (M. orbicularis oris) zusammengefasst.

Die Öffnungsmuskeln zeigen die Besonderheit, dass sie nicht bis an den Rand

des Mundes heranreichen, sondern oben und unten in einiger Entfernung davon sich an der Haut befestigen: es sind die Quadratmuskeln oder Muskeln der Lippenhaut, und ferner noch der Jochbeinmuskel und der sogen. Lachmuskel.

Mundwinkelmuskeln

Am Mundwinkel treffen sich, je von oben und von unten kommend, zwei Muskeln: der Aufheber des Mundwinkels od. Eckzahnmuskel (M. caninus, *J*), er entspringt vom Oberkieferknochen, in der Vertiefung oberhalb des Eck- und der Backzähne; und der Herabzieher des Mundwinkels od. Dreieckmuskel (M. triangularis, *M*), er entspringt am Rande des Unterkiefers. Beide sind am Ursprung breit und werden gegen den Mundwinkel hin schmal; sie wurden deshalb früher wohl auch beide als Triangulares, als oberer und unterer Dreieckmuskel bezeichnet. Sie kreuzen sich am Mundwinkel, einige Faserbündel setzen sich in der Haut des Mundwinkels fest, andere laufen umbiegend weiter, aus dem oberen Muskel in die Unterlippe, aus dem unteren in die Oberlippe. Diese weiterlaufenden Fasern liegen dem Lippenteil des Trompetermuskels unmittelbar auf und bilden mit diesem zusammen den erwähnten Kreismuskel des Mundes (*K*). So bestehen hier zwei Muskelschlingen, welche die Mundspalte zwischen sich fassen (Fig. 6): eine Schlinge, die, mit ihren Enden am Oberkiefer festgewachsen, durch die Unterlippe verläuft (*I* und *K*), eine andere, die vom Unterkiefer aus durch die Oberlippe gelegt ist (*M* und *K*).

Quadratmuskeln

Der obere Quadratmuskel (*G*) wurde früher in drei verschiedene Muskeln gesondert, die jetzt als drei verschiedene Ursprünge oder Köpfe desselben zusammengefasst werden: 1) der gemeinschaftliche Aufheber des Nasenflügels und der Oberlippe, jetzt: Augenwinkelkopf (Caput angulare); 2) der eigene Aufheber der Oberlippe, jetzt: Unteraugenhöhlenkopf (Cap. infraorbitale); 3) der kleine Jochbeinmuskel, jetzt: Jochbeinkopf (Cap. zygomaticum). Sie entspringen 1) an der Seitenfläche des knöchernen Nasenrückens, 2) am unteren Rand der Augenhöhle, 3) am Jochbein, stimmen aber in ihrem Ansatz an die Haut überein. Hier nehmen sie einen Hautstreifen ein, der vom Nasenflügel aus schräg nach außen und unten verläuft (s. Fig. 6) und in einem bärtigen Gesicht durch Schnurrbart, Nasenflügel und Nasen-Lippenfurche begrenzt wird. Diese letztere, bereits im Kindesalter auftretende Furche, in der sich die Backe gegen die Oberlippe absetzt, gelangt zur Ausprägung eben durch die Wirkung des Muskels und erläutert diese: der obere Quadratmuskel zieht die Oberlippe nach oben und außen, und dreht zugleich den Nasenflügel ein wenig aufwärts.

Der untere Quadratmuskel (*N*), früher Herabzieher der Unterlippe genannt, entspringt, gedeckt vom Dreieckmuskel am Unterkiefer, verläuft, die gleiche Breite bewahrend (daher der Name Quadratmuskel), schräg nach oben und innen und befestigt sich in einem vom Mundwinkel schräg zum Kinn sich erstreckenden Hautgebiet, welches bei nicht zu üppigem Bartwuchs in der Regel zwischen Kinn- und Backenbart von Barthaar freibleibt und in manchen Gesichtern ebenfalls durch eine vom Mundwinkel zum Kinn verlaufende Hautfurche begrenzt wird.

Es kommen nun nur noch zwei Muskeln hinzu:

Jochbeinmuskel

Der Jochbeinmuskel (*H*), früher großer Jochbeinmuskel, welcher, vom Jochbein entspringend, zum Mundwinkel verläuft und sich hier mit einem Teil seiner Fasern an die Haut ansetzt (neben dem oberen Quadratmuskel in der Nasen-Lippenfurche), mit einem anderen Teil in die Unterlippe weiterzieht und hier endigt.

Lachmuskel

Und zweitens der Lachmuskel (*L*), ein meist sehr schwacher Muskel, welcher horizontal von außen kommend in der Nähe des Mundwinkels mit dem Dreieckmuskel sich verbindet. Er verdient seinen Namen keineswegs. Denn obschon auch er sich beim Lachen mit zusammenzieht, so ist doch seine Wirkung nicht von Bedeutung für das Zustandekommen jener Bewegung.

Wirkungsweise

Die wichtigen Teile der Lippenmuskulatur sind jene vier (oder wenn wir beide Körperseiten zugleich ins Auge fassen, acht), zu zwei Systemen geordneten Muskeln, an welche sich diese kleineren anschließen. Was die Wirkungsweise jener Systeme betrifft, so sind die vier Quadratmuskeln (2 obere und 2 untere) die Öffnungsmuskeln des Mundes. Die Schlingen der Mundwinkelmuskeln dagegen halten, wenn der Trompetermuskel gleichzeitig mit ihnen wirkt, den Mund fest geschlossen. Erschlafft der Trompetermuskel und wirken die Quadratmuskeln mit den Mundwinkelmuskeln zusammen, so wird der Mund rüsselförmig vorgestreckt. Die Anfangsteile der Mundwinkelmuskeln, von ihren Ursprungsstellen bis zum Mundwinkel (die eigentlich dreieckigen Stücke, welche den Namen Dreieckmuskeln veranlasst haben), diese können auch für sich allein in Wirkung treten. Der untere zieht dann den Mundwinkel nach unten, der obere nach oben, die Namen »Mundwinkelherabzieher« und »Mundwinkelheber« sind daher wohl berechtigt.

Kinnmuskel

Zwischen den beiden unteren Quadratmuskeln finden sich, von der vorderen Fläche des Unterkiefers entspringend, die Kinnmuskeln (*N'*). Sie treten schräg nach innen, unten und vorn, vereinigen sich bei ihrem Ansatz an die Haut in der Mittellinie genau vor dem Kinnvorsprung und bringen dann an dieser Stelle eine kurze senkrecht gestellte Furche, das »Grübchen am Kinn« zur Ausprägung. Häufig ist der Hautansatz des Muskels ausgebreiteter, dann entsteht das Grübchen nicht, sondern bei der Wirkung des Muskels wird die Haut des ganzen Kinnvorsprungs an zahlreichen Punkten eingezogen. Der Muskel wirkt mit zur Ausprägung der horizontalen Furche zwischen Kinn und Unterlippe, welche jedoch im wesentlichen dadurch verursacht ist, dass hier die vom Kiefer abhebbare Lippe beginnt.

Halshautmuskel

In inniger Beziehung zu der geschilderten Lippenmuskulatur steht nun noch ein äußerst dünner, aber ausgebreiteter Muskel, der Hautmuskel des Halses (Platysma), der in unseren Tafeln nicht dargestellt worden ist, weil er die wichtigeren Halsmuskeln verdeckt haben würde. Er liegt dicht unter der Haut, verläuft in langen Fasern von der Wange über den Unterkieferrand hinweg, schräg nach außen am Hals herab und endigt in der Gegend des Schlüsselbeins in der Haut der Schulter- und Brustgegend. Er kann die Haut des Kinns und die Unterlippe als Ganzes nach unten und außen ziehen und wirkt außerdem wohl mit zum Schutze der Blutgefäße am Halse. Seine Zusammenziehung soll als Ausdrucksmittel der Furcht auftreten.

Nasenmuskulatur

Auch bei der Anordnung der Nasenmuskulatur handelt es sich wohl ursprünglich um Öffnung und Schließung der Nasenöffnungen, allein die menschlichen Nasenlöcher können nicht anders als passiv durch Anlegung des rüsselförmig vorgestreckten Mundes abgeschlossen werden, die Nasenmuskeln beschränken sich auf Erweiterung und Verengerung der Nasenlöcher, Hebung und Herabziehung der Nasenflügel.

Der Nasenmuskel (M. nasalis) entspringt am Oberkieferknochen oberhalb des Eck- und der Schneidezähne, geht aufwärts und setzt sich zum Teil (Pars alaris) an den hinteren Rand des Nasenflügelknorpels fest. Andere Fasern (Pars transversa) treten zwischen Nasenflügel und oberem Quadratmuskel an die Oberfläche, breiten sich fächerförmig über dem beweglichen Teil der Nase aus (*F*) und gehen auf dem Nasenrücken in den entsprechenden Muskel der anderen Seite über. So entsteht eine nach unten offene Schlinge, die von einer Seite zur andern über die Nase weg gespannt ist und die letztere, so weit sie beweglich ist, gegen den Oberkieferknochen herab und einzieht. Die Hebung und gleichzeitige Auswärtsziehung des Nasenflügels (beim Lachen) geschieht, wie erwähnt, durch den oberen Quadratmuskel. Reine Hebung ohne Auswärtsziehung (beim Rümpfen der Nase) geschieht durch gesonderte Wirkung des Augenwinkelkopfes des Quadratmuskels und kann in stärkerem Maße

nicht ausgeführt werden, ohne dass gleichzeitig die Haut zwischen den Augenbrauen herabsteigt. Es ist der Ausdruck des Ekels und der Verachtung; da die Oberlippe mit der Nase emporsteigt, die Mundwinkel aber unten festgehalten werden, so erhält die Mundspalte dabei eine aufwärts konvexe Krümmung (vgl. Holzschn. S. 49 unten).

Muskeln der Augenlider

Die Muskeln der Augenlider wurden zum Teil bereits oben bei der Beschreibung des Auges besprochen.

Heber des Augenlids

Der Aufheber des oberen Augenlides, welcher äußerlich nicht sichtbar ist, sondern, aus der Tiefe der Augenhöhle kommend, sich am oberen Lidknorpel festsetzt (s. Holzschn. S. 34), ist der einzige Öffnungsmuskel der Lidspalte. Das untere Lid kann nicht nach unten gezogen werden, folgt vielmehr beim Öffnen des Auges dem oberen Lid ein klein wenig nach oben (vgl. S. 35).

Kreismuskel

Schließmuskel ist der über die ganze Augenhöhlengegend ausgebreitete Kreismuskel des Auges (M. orbicularis oculi, *E*). Er kann in zwei Teile gesondert werden, den Lidmuskel (Pars palpebralis), welcher aus kürzeren, an den Lidwinkeln befestigten Fasern besteht, und den eigentlichen Kreismuskel (Pars orbitalis), welcher bis über die Ränder der Augenhöhle hinausreicht und mit langen Fasern den äußeren Augenwinkel ununterbrochen umkreist.

Der erstere kann für sich allein den Lidschlag bewirken, beide zusammen führen den festen Schluss des Auges herbei und können den Augapfel in die Augenhöhle hineindrücken.

Lidschlag

Der Lidschlag, das sogen. Blinzeln, kann zwar willkürlich ausgeführt werden, tritt aber vorzugsweise unwillkürlich ein, aus verschiedenen Anlässen. Durch das in gewisser regelmäßiger Zeitfolge ohne unser Wissen erfolgende Blinzeln wird die Thränenflüssigkeit gleichmäßig über die Augapfelfläche verteilt und diese feucht und rein erhalten. Manche Personen blinzeln daher lebhafter, wenn sie die Absicht haben, einen Gegenstand scharf ins Auge zu fassen, sie putzen so zu sagen ihre Augen, um ein klares Bild zu erhalten. Und bei diesen Personen pflegt dann das lebhaftere Blinzeln auch als mimische Bewegung bei Erregung ihrer geistigen Aufmerksamkeit sich einzubürgern.

Ferner tritt der Lidschlag unwillkürlich und plötzlich ein bei wirklicher oder auch nur drohender Berührung des Augapfels, desgleichen bei überraschenden oder sehr hellen Lichterscheinungen und merkwürdigerweise auch bei unerwarteten, starken Gehörseindrücken. Die Nützlichkeit dieser Reflexbewegungen ist verständlich; das Auge wird durch dieselben vor Gefahren geschützt, viel rascher und sicherer, als willkürliches Handeln es vermöchte.

Fester Schluss der Augen

Der feste Schluss der Augen durch krampfartige Zusammenziehung des gesamten Kreismuskels tritt als Mitbewegung bei allen denjenigen Thätigkeiten ein, welche einen plötzlichen, kurzdauernden Blutandrang im Kopfe verursachen, wie beim Schreien der Kinder, bei übermäßigem Lachen, beim Husten, Niesen, Schneuzen und dergleichen. Der Druck, den der feste Lidschluss auf den Augapfel ausübt, hält dann dem Blutdruck von innen das Gegengewicht und schützt das Auge vor Schaden.

Grübchen in der Wange

Vom untern Rand des Kreismuskels lösen sich einzelne Bündel und gesellen sich in der Regel dem Quadrat- oder dem Jochbeinmuskel zu; bisweilen gehen sie, allein oder mit Fasern der letztgenannten Muskeln, selbständig zur Haut der Wange und können dann die Entstehung eines sogen. »Grübchen in der Wange« veranlassen.

Unteres Lid

Wie die Fasern des Lidmuskels an beiden Winkeln, so sind die Kreisfasern am inneren Augenwinkel zum größten Teil abgesetzt und entspringen hier am Knochen. Am unteren Lid endigen einige dieser Fasern in der Haut des Lides und sind die Ursache, warum es bei starker Zusammenziehung des Kreismuskels so aussieht, als ob die Haut des Lides in den inneren Augenwinkel hineingezogen würde.

Herabzieher der Augenbraue

Am oberen Lid sondert sich aus den am inneren Augenwinkel entspringenden Fasern eine oberflächliche Lage ab, welche nach oben aufsteigt und fächerförmig ausstrahlend an der Haut der Augenbraue sich befestigt. Dieselbe könnte recht wohl als ein besonderer Muskel aufgefasst und Herabzieher der Augenbraue genannt werden. Er bildet, zusammen mit dem Stirnmuskel als Aufwärtszieher und mit dem Brauenrunzler als Einwärtszieher, eine in mimischer Beziehung einigermaßen unabhängige kleine Muskelgruppe: die Muskeln der Augenbraue (vgl. Holzschn. S. 45).

Augenbrauenrunzler

Der Augenbrauenrunzler (M. corrugator supercilii, *E*, Fig. 6) entspringt am Knochen der Nasenwurzel, verläuft in der Höhe des oberen Randes der Augenhöhle schräg nach außen und befestigt sich in der Haut der Augenbraue und in der Stirnhaut oberhalb der Mitte der Augenbraue. Er zieht die Augenbraue nach der Nasenwurzel hin, so dass sie wie ein vorspringendes Dach über den inneren Augenwinkel tritt. Er bringt dadurch senkrechte Furchen in der Mitte der Stirn und Nasenwurzel und kürzere Schrägfurchen, von der Stirn nach dem Augenwinkel herab, zur Ausprägung.

Kopfhautmuskel

Der Stirnmuskel ist der Aufwärtszieher der Augenbraue. Er wird gewöhnlich zu einer größeren Muskeleinheit gerechnet, dem Kopfhautmuskel (M. epicranius), welcher in Fig. 4 und 8 dargestellt ist. Derselbe besteht aus einer das ganze Schädelgewölbe umspannenden Sehnenkappe (*D*), in deren Rändern vorn, hinten und seitlich dünne Muskeln liegen. Nur der hintere, der Hinterhauptmuskel (*B*) entspringt vom Schädel, der seitliche, der Ohrheber (*C*), befestigt sich an der Ohrmuschel, der vordere ist der Stirnmuskel.

Stirnmuskel

Der Stirnmuskel (M. frontalis, *A*) hängt demnach durch die Sehnenkappe mit dem Hinterhauptmuskel zusammen und hat, genau genommen, am Hinterhaupt seinen festen Ursprung. Da die Sehnenkappe auf dem knöchernen Schädeldach leicht verschiebbar, mit der Haut dagegen innig verwachsen ist, so können Hinterhauptmuskel und Stirnmuskel Verschiebungen der behaarten Kopfhaut bewirken. Diese Bewegungen können, eben so wie die Bewegungen der Ohrmuschel, nur von einzelnen Personen willkürlich ausgeführt werden, treten aber in mannigfacher Weise als unwillkürliche Mitbewegungen auf bei den Bewegungen der Augenbrauen. Denn diese, die Augenbrauen, bilden den eigentlichen Angriffspunkt für Hinterhaupt- und Stirnmuskel.

Der Stirnmuskel trifft mit seiner Zugrichtung annähernd rechtwinklig auf diejenige des Augenbrauenrunzlers. Seine Fasern kommen von außen und oben schräg über die Stirn herunter und befestigen sich in der Haut der Augenbraue in deren ganzer Länge. Er zieht die Augenbraue nach oben und außen empor und legt dabei die Stirnhaut beiderseits in Falten, welche im allgemeinen der Krümmung der Braue parallel laufen.

Haargrenze

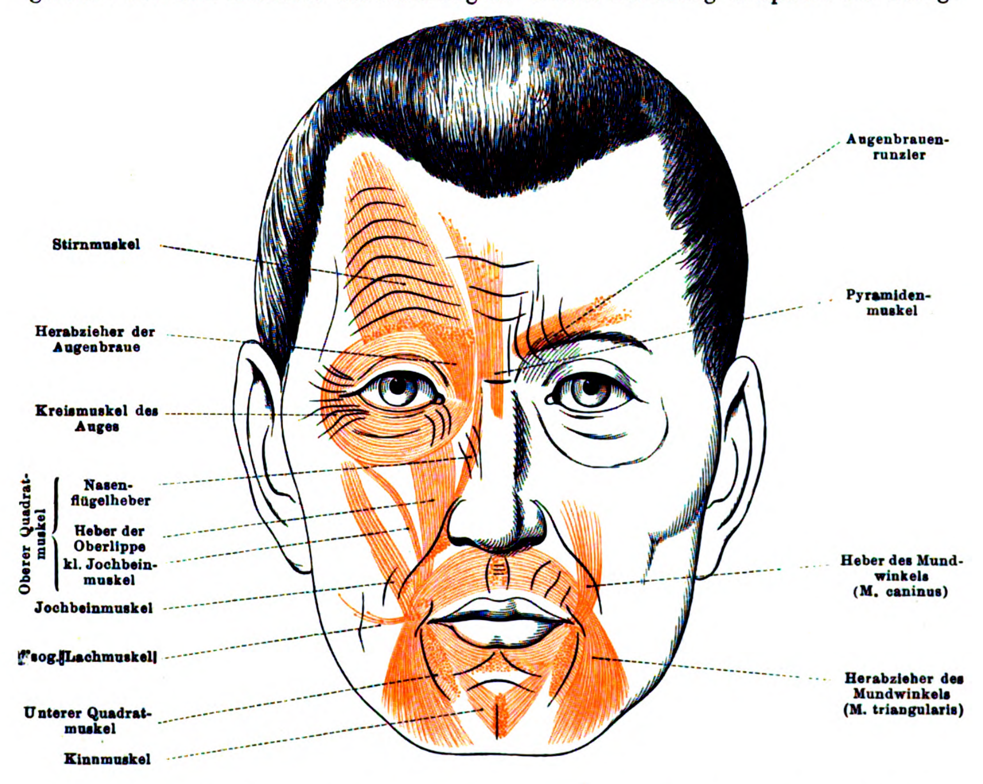
Im oberen Teil der Stirn bleibt zwischen den beiden Stirnmuskeln ein mit spitzem Winkel nach unten gerichtetes Dreieck frei. Die Begrenzung desselben lässt sich an Köpfen, an denen der Verlust der Haare eben beginnt, auch äußerlich annähernd bestimmen, denn im Bereich des Muskels verschwinden die Haare früher, zu einer Zeit, wo sie in dem mittleren Gebiet noch in die Stirn herabreichen. Darauf beruht die Veränderung des Verlaufs der Haargrenze; bei Kindern ist sie geradlinig, quer von einer Schläfe zur andern, bei reiferen Personen wird sie geschweift, beiderseits bogenförmig mehr und mehr zurücktretend.

Pyramidenmuskel

Im unteren Teil der Stirn und in der Gegend der Nasenwurzel wird der Zwischenraum zwischen den Stirnmuskeln ausgefüllt durch einen Muskel, welcher häufig zum Stirnmuskel mit hinzugerechnet wird, jedoch mit Unrecht, da er sich in seiner Anordnung gerade umgekehrt verhält. Es ist der sogen. Pyramidenmuskel (M. procērus). Er entspringt auf dem Nasenrücken, breitet sich nach oben in den

dreieckigen Zwischenraum zwischen den beiden Stirnmuskeln aus und befestigt sich hier, indem seine Fasern einzeln an die Haut treten. Er hat seinen festen Punkt also unten und ist in der Lage, die Haut der mittleren Stirngegend nach der Nasenwurzel zu herabzuziehen, oder wenigstens sie festzuhalten, wenn die Wirkung der Stirnmuskeln die Brauen emporzieht. Daher kommt es, dass die quer über die ganze Stirn ziehenden Hautfurchen wellenförmig verlaufen, beiderseits nach oben konvex, in der Mitte dagegen nach unten konvex.

In der Regel entspringen nicht alle Fasern des Pyramidenmuskels vom Nasenrücken, sondern zu beiden Seiten setzen sich einige Bündel nach unten fort und gesellen sich zum Aufheber des Nasenflügels. Dieser Beziehung entspricht das häufige



Die Fasern der Gesichtsmuskeln sind durch rote Linien, ihre Befestigungen in der Haut durch rote Punkte und die durch ihre Thätigkeit verursachten Hautfurchen durch schwarze Linien bezeichnet.

Zusammenwirken dieser beiden Muskeln, wie z. B. wenn man sich schnaubt, oder beim Naserümpfen aus Ekel. Wenn dann gleichzeitig die Stirnmuskeln den seitlichen Teil der Augenbrauen nach oben ziehen, dann kommt jene Hautverzerrung zu Stande, wie man sie bei Personen, die Tabak schnupfen, beobachtet.

Wirkung der Gesichtsmuskeln auf die Oberfläche

Wie beeinflusst nun das Spiel der Muskeln die Oberfläche des Gesichts? Die allgemeinen Grundsätze der Einwirkung der Gesichtsmuskeln auf die Haut sind oben im allgemeinen Teil bereits dargelegt worden (vgl. S. 16). Unmittelbar formbestimmend durch die Masse, wie die Muskeln des Rumpfes und der Glieder und am Kopfe die Kaumuskeln, sind die Gesichtsmuskeln im allgemeinen nicht. Nur der Stirnmuskel ist bei mageren, intelligenten Personen bisweilen durch die Haut zu erkennen als flache Erhabenheit. Alle übrigen Gesichtsmuskeln sind vollkommen verhüllt; sie sind

aber trotzdem, wenigstens indirekt, erkennbar aus den Furchen der Haut, welche in jugendlichen Gesichtern freilich nur vorübergehend erscheinen während der Bewegung, bei älteren Individuen dagegen eingegraben bleiben und ein genaueres Studium wohl gestatten. Da sind dann, wie oben erörtert, zweierlei Bildungen zu unterscheiden: »Angriffsfurchen« an den Stellen, wo Muskeln von innen her sich an der Haut befestigen und an ihr ziehen, und »Stauungsfalten« in dem Hautbezirk, welcher einen Muskel bedeckt. Bei der Zusammenziehung des Muskels wird der betreffende Hautbezirk zusammengeschoben und muss sich in Falten legen.

Angriffsfurchen

Angriffsfurchen entstehen an den Befestigungsstellen des oberen Quadratmuskels, dies ist überhaupt die stärkste und beständigste Furche, die Nasen-Lippenfurche; ferner am unteren Quadratmuskel, am Kinnmuskel, an der Unterlippe und auf der Mitte der Oberlippe, wo Fasern des Kreismuskels an die Haut treten. Der Augenbrauenrunzler macht bei seiner Wirkung eine tiefe Angriffsgrube, dieselbe verschwindet aber immer wieder, ohne eine Spur zurückzulassen.

Stauungsfalten

Stauungsfalten können über allen Muskeln entstehen. Die größte ist die über dem oberen Quadratmuskel; hier erhebt sich bei kräftigem Lachen die fettreiche Haut der Wange als ein einziger glatter Wulst und wird durch den Muskel nach oben und außen gedrängt. Ganz anders über dem Kreismuskel des Auges; hier ist die Haut dünn und fettarm und macht daher bei ihrer Zusammenschiebung zahlreiche radiäre Fältchen. Sehr in die Augen fallend ist dieser Gegensatz im Verhalten der Haut dargestellt auf dem bekannten Porträt eines alten Mannes von B. Denner in der alten Pinakothek in München (siehe die nebenstehende Lichtdrucktafel). Auf diesem in der Behandlung der Haut so meisterhaften Bilde ist auch die größere Straffheit der Haut im Bereiche des Kaumuskels sehr deutlich wiedergegeben.

Charakteristische Stauungsfalten entstehen auf dem Stirnmuskel, dem Brauenrunzler, dem Pyramidenmuskel, auch auf dem Heber des Nasenflügels und dem Kreismuskel des Mundes (»Alte Frau« von Denner), ferner auf dem Jochbeinmuskel und am Mundwinkelteil des Herabziehers des Mundwinkels; endlich ist auch die Kinnfurche im wesentlichen eine Stauungsfurche zwischen Unterlippe und Kinnmuskel.

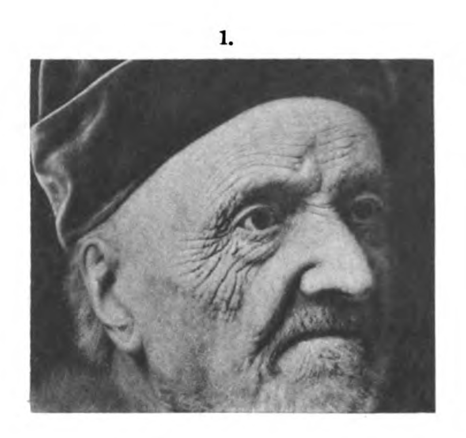
Physiognomik und Mimik

Alle diese Furchen und Falten haben für die bildende Kunst ihre Wichtigkeit, als wesentliche Bestandteile der physiognomischen Charakteristik menschlicher Gesichter. Sie sind aber doch nur sehr verwischte Spuren der Bewegungen, durch deren häufiges Auftreten sie nach und nach fixiert wurden. Denn Physiognomie ist nichts anderes, als fest gewordenes Mienenspiel. Die Physiognomik, d. h. die Erforschung des Zusammenhangs zwischen Gesichtsausdruck und Charakter, hat nur dann Aussicht, ihr Ziel zu erreichen, wenn sie von der Mimik ausgeht. Diese also, d. h. die Kenntnis der bei gewissen Seelenerregungen regelmäßig auftretenden Ausdrucksbewegungen, ist es, welche der Künstler braucht, nicht nur um diese selbst ergreifend darstellen zu können, sondern auch als Mittel physiognomischer Studien und lebenswahrer Charakteristik. Es ist also hier der Ort, auf die Mimik des Gesichts in Kürze einzugehen, und ich werde dabei vornehmlich mich an Piderit anlehnen, dessen »Mimik und Physiognomik« ich für die künstlerische Betrachtung des Mienenspiels angelegentlich empfehle. Nicht minder empfehlenswert ist das an Beobachtungen und feinen Bemerkungen so reiche Werk Darwin's (s. S. 25).

Mimik der Augen

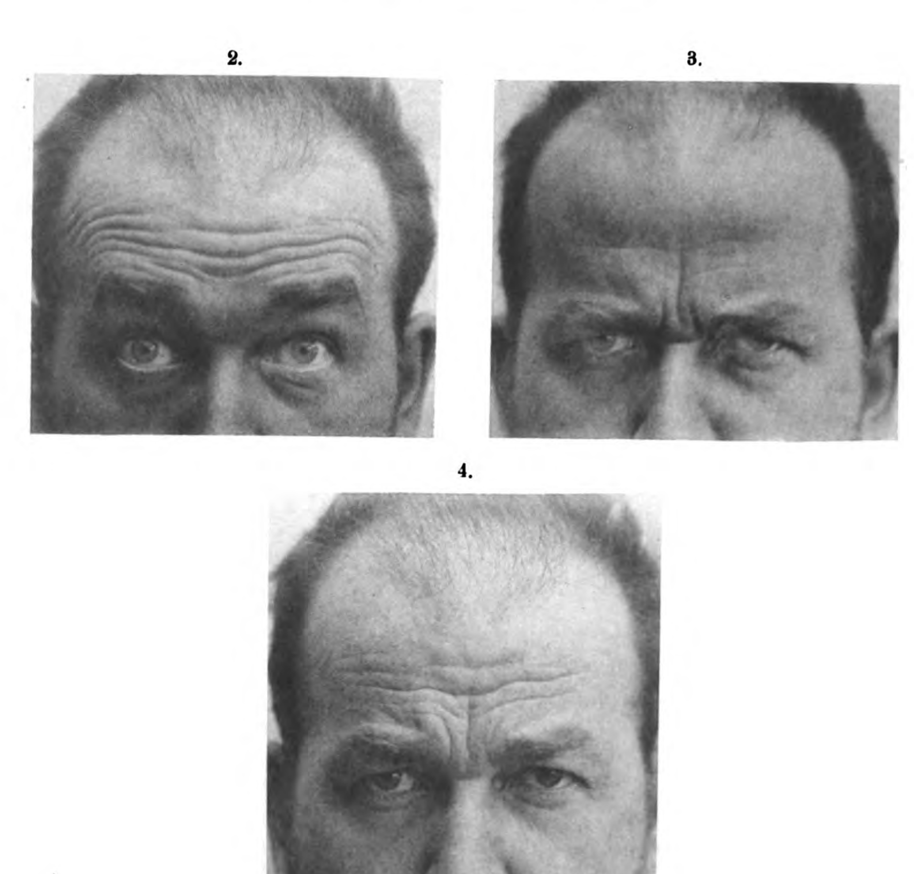
Die Mimik der Augen wurde z. T. bereits oben, im Zusammenhang mit der anatomischen Beschreibung des Auges gegeben (vgl. S. 32). Die Augen sind unser Sehorgan, also das für die Bildung unserer Verstellungswelt wichtigste Verkehrsmittel unseres Geistes mit der Außenwelt. Dadurch wird ohne weiteres verständlich, warum alle Bewegungen, die unsere Augen zum Zweck der Auffassung der Außenwelt machen, für unseren geistigen Zustand ausdrucksvoll sind.

1.



2. 3.

4.



1. »Alter Mann«, Porträt von *B. Denner.* 2., 3., 4. Photographien nach dem Leben.
2. Zusammenziehung des Stirnmuskels. 3. Zusammenziehung des Augenbrauenrunzlers.
4. Gleichzeitige Zusammenziehung des Stirnmuskels und des Augenbrauenrunzlers.

Dass der träge Blick körperliche Erschöpfung oder geistige Trägheit, der lebhafte Blick dagegen Aufregung oder geistige Lebendigkeit, dass der fixierende Blick Aufmerksamkeit, der umherschweifende dagegen Zerstreuung verrät; dass der verstohlene Blick entweder Misstrauen oder Koketterie, der pedantische dagegen Zurückhaltung oder Wichtigthuerei andeutet, das alles wurde oben teilweise ausführlicher besprochen (S. 32).



Der entzückte Blick.
Nach PIDERIT.

Aber nicht nur die Bewegungen des Augapfels selbst, auch die der Lider und der Augenbrauen sind ausdrucksvoll, auch sie stehen in näherer oder entfernterer Beziehung zur Geistespforte des Auges. Hebung und Senkung des oberen Lides, des Augendeckels oder »Augenvorhangs«, öffnet und schließt diese Pforte, stärkere oder geringere Hebung öffnet sie mehr oder weniger. Daher werden ungenügend erhobene Augendeckel, welche das Sehloch kaum frei lassen, zum Ausdruck für geistige Gleichgültigkeit, mag dieselbe nun auf Müdigkeit oder auf Beschränktheit beruhen. Dagegen deutet ein plötzliches Heben des oberen Lides Überraschung, ein dauerndes Emporhalten dauernd gespannte Aufmerksamkeit an.

Da nun die Hebung des oberen Lides, welche zwar an sich durch den in der Tiefe der Augenhöhle verborgenen Hebemuskel geschicht, doch erleichtert und ergänzt wird durch den Stirnmuskel, so steigert die Emporziehung der Augenbrauen mit Faltenbildung auf der Stirn den Ausdruck der Aufmerksamkeit zu demjenigen der Verwunderung und endlich des höchsten Erstaunens. Ein äußerst blöder Ausdruck aber entsteht, wenn bei träge herabhängenden Augendeckeln doch die Brauen emporgezogen werden; das verrät das mühsame Aufmerken eines geistig trägen oder blöden Menschen.



Der verstohlene Blick.
Nach PIDERIT.

Wie der Stirnmuskel zum Öffner, so steht der Augenbrauenrunzler zum Schließmuskel des Auges in Beziehung. Wenn ein Mensch barhaupt und mit vollen Händen im Freien geht und seine Augen vor dem blendenden Licht des Himmels nicht anders zu schützen vermag, als durch die Zusammenziehung der Lidmuskeln, so kann er natürlich die Augen nicht einfach schließen, denn dann wäre er hilflos, aber der Augenbrauenrunzler kann zu Hilfe kommen und durch seine Zusammenziehung ein schützendes Dach über dem Auge bilden. In welchem Maße diese Leistung des Muskels wirklich benutzt wird, das kann man an barhäuptig lebenden Bauernkindern und Dienstmädchen sehen, die meistens schon in jungen Jahren ihre senkrechten Furchen zwischen den Augenbrauen bleibend besitzen. Die Zusammenziehung des Brauenrunzlers bezeichnet also hier den thatkräftigen Widerstand gegen eine Unannehmlichkeit, und eben diese Bedeutung hat sie auch, wenn sie als mimische Bewegung auftritt. Wenn Kinder zu schreien anfangen, so beginnt die Zusammenziehung mit der des Runzlers, dann erst folgt der Kreismuskel nach. Und in späteren Jahren kann jede unangenehme Empfindung, jede unangenehme Vorstellung senkrechte Stirnfalten hervorrufen. Vor allem Kummer und Sorge. Deshalb nennt DARWIN

den Brauenrunzler geradezu den »Gram-Muskel«. Mit seiner Wirkung verbindet sich dann häufig eine Zusammenziehung des inneren Teils vom Stirnmuskel und meistens auch des Pyramidenmuskels, und bedingt eine eigentümliche Schrägstellung der Augenbrauen, wie sie z. B. am Kopfe des Laokoon zu sehen ist.

Aber nicht nur eigentliches Leiden bedingt die senkrechten Stirnfurchen, sie können vielmehr durch die allergeringfügigsten Störungen des Behagens hervorgerufen werden. Jede unvorhergesehene Schwierigkeit, welche sich uns im Verlauf unseres Handelns oder Nachdenkens entgegenstellt, macht uns die Stirne runzeln, und so werden diese senkrechten Stirnfalten zum Ausdruck der Verstimmung, der Enttäuschung und des Zornes, aber auch des angestrengten Nachdenkens und geistiger Energie, welche einem entgegentretenden Hindernis Widerstand leistet und es zu überwinden entschlossen ist.

Mimik des Mundes und der Nase

Schon in der allgemeinen Einleitung, auf S. 13, wurden bei Darlegung der wissenschaftlichen Grundlagen der Mimik einige Ausdrucksbewegungen des Mundes berührt. Für das Verständnis muss auch hier davon ausgegangen werden, dass, wie das Auge, so auch Mund und Nase Sinnespforten sind. Geschmack und Geruchssinn werden zwar, und mit Recht, im Vergleich mit dem Gesicht als niedere Sinne bezeichnet, insofern die Empfindungen, welche sie vermitteln, in unserem Geiste nicht zu selbständigen Vorstellungen werden und für unser Geistesleben ohne Belang sind. Desto wichtiger sind sie aber für unser leibliches Wohl, wenigstens der Geschmackssinn. Dieser ist beim Neugeborenen der am besten entwickelte und spielt in den ersten Lebensjahren eine Hauptrolle beim Verkehr des Kindes mit der Außenwelt. Die Lust- und Unlustgefühle, die durch die Geschmacksempfindungen erregt werden, sind so lebhaft, dass sie das ganze Gefühlsleben bleibend beeinflussen, und dass später Lust- und Unlustgefühle aus den verschiedensten Sphären menschlichen Empfindens dieselben Bewegungen um Mund und Nase hervorrufen, wie die ihnen ähnlichen Geschmacksempfindungen.

Der bittere und der süße Zug.

Dies ist am deutlichsten bei jenen Ausdrucksformen, welche auftreten bei der Empfindung von bitter und süß, und welche daher von PIDERIT kurz als der bittere und der süße Zug bezeichnet werden.

Die Geschmacksorgane sind mikroskopisch kleine Gebilde, welche zu Tausenden in der Zungenoberfläche verteilt liegen. Die Geschmacksempfindung kommt in ihnen vorzugsweise dann zu Stande, wenn die Zungenoberfläche an den Gaumen und die Zahnreihen angedrückt, die zu schmeckende Substanz gewissermaßen in die kleinen Grübchen der Zungenoberfläche hineingerieben wird.

Daraus ergiebt sich die Bedeutung der in Rede stehenden Bewegungen.

Der bittere Zug. Nach PIDERIT.



Der süße Zug. Nach PIDERIT.

Kommt eine bitter oder sonst widerwärtig schmeckende Substanz auf die Zunge, so wird, um möglichst wenig zu schmecken, instinktiv der Mund rasch geöffnet und alle Teile möglichst von einander entfernt, die Lippen abgehoben und die Zunge von Gaumen und Zähnen weggezogen. Das macht den bitteren Zug des Mienenspiels; der Mund ist viereckig geöffnet, der mittlere Teil der Oberlippe und die Nasenflügel sind stark nach oben gezogen. Und diese Bewegung erscheint nicht nur bei bitterem Geschmack, sondern bei allen den-

jenigen Eindrücken, Stimmungen und Vorstellungen, welche die Sprache in übertragenem Sinn als »bittere« bezeichnet.

Gerade entgegengesetzt ist der süße Zug. Um den süßen Geschmack festzuhalten und lange zu genießen, werden alle Teile in der Umgebung der Zunge einander möglichst genähert. Der geschlossene Mund und die Wangen werden an die Zähne angelegt, der Mund dabei ein wenig in die Breite gezogen und die Lippen platt gedrückt. Und diese Ausdrucksform tritt nun auf, wie bei süßem Geschmack, so bei Empfindungen und Erinnerungen aller Art, welche die Sprache in übertragenem Sinn als »süß« bezeichnet.

Außer diesen beiden hat PIDERIT noch mehrere Züge aus dem mannigfaltigen Mienenspiel des Mundes ausgesondert, welche dieses letztere dem Verständnis näher zu bringen geeignet sind und deshalb hier Erwähnung finden mögen.

Der prüfende Zug

Der Kenner, der einen Wein kosten soll, schiebt die Lippen rüsselartig vor, wie zum Aussprechen der Vokale O und U, und schlürft dann die zu prüfende Flüssigkeit langsam über die Zungenoberfläche nach hinten, um möglichst alle Teilchen der Flüssigkeit mit den Geschmacksorganen in Berührung zu bringen. Und auch diese Bewegungen des prüfenden Schlürfens, welche das Kind schon an der Mutter Brust geübt, bürgert sich als mimische Bewegung ein und wird zu einem charakteristischen Zug bei Personen, welche prüfend den Wert oder Unwert eines Gegenstandes oder einer Behauptung untersuchen, so bei Kunstkennern, bei Ärzten, Richtern, Examinatoren u. a. m. Und da natürlich der Richter als Autorität sich über andere Sterbliche erhaben fühlt, so bekommt der Zug leicht einen Beigeschmack von Selbstgefühl und Wichtigthuerei.

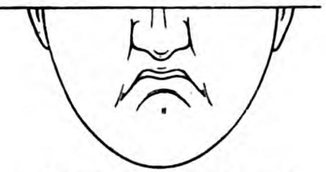
Der prüfende Zug. Nach PIDERIT.



Der verbissene Zug. Nach PIDERIT.

Der verbissene Zug

Auf einem anderen Prinzip als die besprochenen beruht der verbissene Zug. Es ist eine zur mimischen Bewegung gewordene Mitbewegung. Solche mehr oder weniger zwecklose Mitbewegungen machen wir ohne es zu wissen bei den verschiedensten mühsamen Hantierungen; z. B. ein Herr, der eine Nadel einfädelt, ein anderer, der einen zu engen Stiefel anzuziehen sucht, u. dgl. Die gewöhnlichsten Mitbewegungen sind Steifhalten des Nackens, Aufeinanderbeißen der Zähne und fester Schluss der Mundspalte. Und diese Bewegungen, besonders die letzte tritt ganz allgemein als mimische Bewegung auf, wenn ein fester Entschluss gefasst ist zu beharrlicher Arbeit auf moralischem oder geistigem Gebiet, und wird so zur Ausdrucksform der Beharrlichkeit, aber auch des Eigensinns und der Verbissenheit.



Der verachtende Zug. Nach PIDERIT.

Verachtung

Auch Verachtung und Abscheu finden ihren Ausdruck in der Umgebung des Mundes, doch ist der verachtende Zug um den Mund nur ein Teil des Bildes. Dieses setzt sich aus mehreren Bewegungen zusammen, welche alle das Zurückweisen eines widerlichen und zugleich unbedeutenden Gegenstandes vorstellen. Der Verachtende hebt den Kopf und wendet ihn ab, lässt die Augendeckel sinken, so dass er den Gegenstand der Verachtung nur eben noch mit einem müden Blicke von der Seite sieht; die aufgeworfene Oberlippe legt sich unter die Nasenlöcher wie

um einen üblen Geruch abzuwehren; und der Mund wird geöffnet, als sollte ein widriger Bissen ausgeworfen werden. Auch wirkliches Ausspucken ist ja eine verbreitete Ausdrucksform und das Herausstrecken der Zunge dürfte wohl als Symbol des Erbrechens zu deuten sein. Bei geringeren Graden können auch die Lippen rüsselförmig vorgestreckt und Luft ausgeblasen werden, als wollte man einen federleichten Gegenstand von sich hinwegblasen.

Der offene Mund

Noch eine Ausdrucksform am Munde dürfte zu erwähnen sein, der offenstehende Mund, der ein Zeichen der Aufmerksamkeit bildet. Der Mund öffnet sich ganz von selbst durch Herabsinken des Unterkiefers, wenn die Kaumuskeln ihn nicht geschlossen halten, und das tritt ein, sobald die Aufmerksamkeit anderweitig voll in Anspruch genommen wird. Ferner öffnet man aber auch den Mund instinktiv, wenn man aufmerksam horcht, auf ein leises Geräusch lauscht, weil man bei offenem Mund besser hört und leichter ganz geräuschlos athmen kann. So wird es verständlich, warum beim höchsten Grad der Aufmerksamkeit und des Erstaunens das Öffnen des Mundes als mimische Bewegung auftritt und sich zu den oben beschriebenen Ausdrucksformen hinzugesellt, nämlich den aufgerissenen Augen und emporgezogenen Augenbrauen.



Der offene Mund.
Nach PIDERIT.

Überhaupt sind die Ausdrucksbewegungen fast ausnahmslos zusammengesetzter Natur. Alle Muskelgruppen des Gesichts, und oft nicht nur diese, sondern auch noch Hände und Arme, ja der ganze Körper, führen gleichzeitig Bewegungen aus, die zu einander stimmen und nur in ihrer Gesamtheit den packenden Eindruck der betreffenden Gemütsbewegung hervorbringen*).

Lachen und Weinen

Das gilt auch für die Bewegungen des **Lachens** und des **Weinens**, ja für diese vielleicht in besonderem Maße. Zwar im Grundzug sind sie bestimmt unterschieden, man kann ganz allgemein sagen: in der Freude wird das Gesicht breiter, im Kummer wird es länger. Aber so gegensätzlich Lachen und Weinen in ihrer Gesamterscheinung sich darstellen und so bestimmt überzeugend sie zu wirken pflegen, so ist es doch schwer, die charakteristischen Züge aus dem Gesamtbild herauszuerkennen.

Lächeln und Lachen in allen seinen Abstufungen ist ursprünglich einfach Ausdruck des Wohlbefindens. Neugeborene Kinder können noch nicht lachen, erst um die Mitte des zweiten Lebensmonates beginnen sie zu lächeln, und zwar, um ihr Wohlbehagen auszudrücken, besonders, wenn dieses nach längerer Unbehaglichkeit eintritt. Nach und nach wird das volle Lachen gelernt und dieses ist vom zweiten Lebensjahr an der Ausdruck für jegliche Art von Freude, sinnlichen Genuss so gut wie geistige Befriedigung. Bei Erwachsenen erhält sich nur das Lächeln oder auch

*) Der französische Arzt Dr. DUCHENNE hat den bemerkenswerten Versuch gemacht, durch elektrische Reizung der einzelnen Gesichtsmuskeln, auf künstlichem Wege die einzelnen Ausdrucksbewegungen hervorzurufen. Er teilt in seinem Werke »Méchanisme de la physionomie humaine«, Paris 1876, einem jeden Muskel einen bestimmten Ausdruck zu, der durch seine Zusammenziehung hervorgebracht werde. Wer aber die schönen Photographien des reichhaltigen Werkes unbefangen durchmustert, wird finden, dass die allermeisten der künstlich erzeugten Gesichtsbewegungen Grimassen sind, welche den überzeugenden Eindruck der beabsichtigten Gemütserregung **nicht** machen. Das beruht eben auf der zusammengesetzten Natur der Ausdrucksbewegungen. Nichtsdestoweniger ist das DUCHENNE'sche Werk sehr lehrreich und bei eingehenden Studien über die mimischen Bewegungen des Gesichts nicht zu entbehren.

nur ein lächelnder Zug als Ausdruck der Freude, während das eigentliche Lachen ganz ausschließlich auf das geistige Gebiet beschränkt wird als Reaktion auf das sogen. Komische, d. h. auf Eindrücke, in welchen Lust- und Unlustgefühle in rasch wechselndem Wettstreit gemischt sind.

Beim Lächeln und Lachen wird der Mund in die Breite gezogen, Mundwinkel und Oberlippe dabei ein wenig gehoben, so dass die Reihe der Oberzähne sichtbar und die Nase ein wenig verkürzt wird. Die Wirkung des oberen Quadrat- und des Jochbeinmuskels, welche bei dieser Bewegung wesentlich beteiligt sind, bedingt dabei eine beträchtliche Vertiefung und Verlängerung der Nasen-Lippenfurche, welche sich bei starkem Lachen in weitem Bogen um den Mundwinkel herum in der Richtung nach dem Kinn zu fortsetzt, und schiebt zugleich die Wange als dicken Wulst nach oben auf den unteren Rand der Augenhöhle. Dadurch wird nicht nur das untere Augenlid ein wenig emporgedrängt, sondern namentlich auch jene tiefe Furche unter dem unteren Augenlid bedingt, welche für das lachende Gesicht eben so charakteristisch ist, wie es die nach oben und außen gezogenen Mundwinkel sind. Dazu kommen noch die sogen. »Spinnenfüße« oder »Hahnenpfötchen«, d. h. jene feinen Hautfurchen,



Lachendes Kind.
Nach Photographie.



Dasselbe Kind, weinend.
Nach Photographie.

welche vom äußeren Augenwinkel fächerförmig ausstrahlen, bedingt durch Zusammenziehung des Kreismuskels; und endlich eine gewisse Glätte der Stirn und der Nasenwurzel, welche für jede heitere Stimmung charakteristisch ist, denn »die Stirne glätten« heißt ja heiter sein oder heiter machen.

Sucht man dem gegenüber die abweichenden Züge im weinenden Gesicht, so finden sich diese vorzugsweise in der Umgebung des Mundes. Die Mundwinkel, und durch sie auch die Oberlippe, werden herabgezogen, dadurch die Oberzähne verdeckt, die Nasenflügel gesenkt und die Nase ein wenig verlängert. Die Unterlippe, die beim Lachen straff angezogen wird, erscheint nun im Gegenteil wie losgelassen, so dass sie zitternd herabhängt und die Unterzähne sichtbar werden lässt; bei heftigem Weinen der Kinder wird sie durch den unteren Quadratmuskel vom Unterkiefer abgezogen oder sogar nach außen umgebogen, so dass der Mund viereckig wird. In der Umgebung des Auges ist bemerkenswert einmal die Verengerung des Lidspaltes, die aber nicht wie beim Lachen durch Empordrängung des unteren Lides, sondern mehr durch Senkung des oberen zu Stande kommt, daher der sichtbar bleibende Teil des Augapfels beim Lachen mehr der oberen, beim Weinen mehr der unteren Hälfte angehört (vgl. S. 33). Und ferner ist zu nennen die senkrechte Faltung von Stirn

und Nasenwurzel, jener Gegend also, welche beim Lachen im Gegenteil sich durch ihre Glätte auszeichnet.

Durch all diese Züge sind Lachen und Weinen sehr deutlich von einander unterschieden, jedoch nur, so lange sie sich in gewissen Grenzen halten. Bei übermäßigem Lachen treten zu den geschilderten Bewegungen noch andere hinzu, welche Unlustgefühle verraten, namentlich senkrechte Stirnfalten und Herabziehen der Unterlippe. Dadurch wird der Gesichtsausdruck des übermäßig Lachenden dem des Weinenden sehr ähnlich. Übermäßiges Lachen schlägt ja bei Personen einer gewissen nervösen Anlage auch leicht in Weinen um. Die Veränderung in der Erscheinung beruht dabei hauptsächlich darin, dass auf der Höhe des Lachens der Atmungstypus umschlägt. Beim Lachen nämlich ist die Einatmung lang und gedehnt, die Ausatmung dagegen erfolgt in kurzen krampfhaften Stößen. Beim Weinen, gerade umgekehrt, ist die Ausatmung lang und gedehnt und die Einatmung erfolgt durch einen kurzen, krampfhaften Atemzug, der beim Nachlassen des Weinens noch als Schluchzen sich bemerkbar macht. Bei schreienden kleinen Kindern bleibt diese krampfhafte Einatmung oft so lange aus, dass man drohende Erstickung zu sehen glaubt.

Das Schreien wird von den Kindern nicht erst erlernt, wie das Lachen; kräftige Kinder schreien vielmehr sogleich nach der Geburt. Es ist also eine echte Reflexbewegung, deren Nützlichkeit in die Augen springt: es ist der Hilferuf des Kindes bei Bedürfnissen und Leiden jeder Art. Anfangs ist aber keine Thränenabsonderung damit verbunden, erst vom Anfang des dritten Monats ab pflegen Thränen zu erscheinen, und so wird aus dem einfachen Schreien allmählich das Heulen und endlich das Weinen. In der Kindheit bleibt das Weinen der Ausdruck für Leiden jeglicher Art, körperliche wie geistige. Später, etwa vom zwölften Lebensjahre an, hört es auf, für körperliche Schmerzen einzutreten, und bleibt nur der Ausdruck für Seelenschmerzen und Kummer.

Wenn bei Kindern ein Schreianfall herannaht, so ist der erste sich zusammenziehende Muskel der Herabzieher des Mundwinkels, dann folgt der Stirnrunzler, der die Augenbrauen nach der Mitte zieht, dann der Kreismuskel, der die Augen fest schließt, und endlich der Pyramidenmuskel, der auch noch dazu hilft, die Haut nach den Augenwinkeln hin zusammenzuziehen.

In umgekehrter Reihenfolge tritt später die Beruhigung wieder ein, so dass nach beendetem Anfall zunächst noch die Stirnrunzler und unteren Mundwinkelmuskeln, und schließlich nur noch die letzteren nachzucken. Diese, die Herabzieher der Mundwinkel, sind auch bei Erwachsenen häufig diejenigen, die bei unterdrückter Rührung die Verräter spielen. Und da ihre Wirkung zusammen mit der der Stirnrunzler die Ausdrucksbewegungen des Grames und Kummers darstellt, so liegt es nahe, diese letzteren einfach als die Spuren des unterdrückten Weinens aufzufassen.

Mitgefühl erregt leicht Weinen, und zwar merkwürdigerweise nicht nur schmerzliches, sondern auch freudiges Mitgefühl.

Wilde und Geisteskranke weinen übermäßig. Irre und Blödsinnige lachen viel und meist ohne Grund, d. h. wie kleine Kinder, aus reiner Freude und Zufriedenheit; häufig auch aus Eitelkeit und Selbstzufriedenheit.

Zur Unterdrückung des Lachens sowohl, wie des Weinens, pflegt man die Unterlippe mit den Oberzähnen zu fassen, »man beißt sich auf die Lippen«.

Wird das Lachen in dieser oder einer anderen Weise unterdrückt, ohne dass eine Veranlassung dazu vorhanden, so giebt dies den Ausdruck der Affektiertheit.

Häufig tritt Lachen als Maske des Zorns oder der Schüchternheit auf.

Es kann sich aber auch mit den Ausdrucksbewegungen des Zornes und der Verachtung verbinden und wird dadurch zu dem, was man Verlachen nennt.

Gesichtszüge und Schädelform.

Backenknochen

Wir haben oben schon darauf hingewiesen, wie sehr die Größe und Form des Wangenhöckers die Gestalt des Antlitzes beeinflußt. Ein Blick auf Fig. 1 macht das verständlich. Denn da die Breite der Oberkiefer am Zahnrande nur reichlich die Hälfte der Gesichtsbreite in der Augengegend beträgt, der Übergang dieses breiten Augenhöhlenteils zu dem schmalen Oberkiefer aber durch das Jochbein vermittelt wird, so sind es die Wangenhöcker oder Backenknochen, welche die Breite des Antlitzes in seinem mittleren Teil bestimmen. Diese Breite darf, wenn der Kopf unseren Begriffen von Schönheit entsprechen soll, der Breite des Hirnschädels höchstens gleichkommen. Über diese Breite »vorstehende Backenknochen« sind ein Rassenmerkmal der mongolenähnlichen Völker*), finden sich dagegen innerhalb der mittelländischen Rasse, der wir selbst angehören, nur als individuelle Abweichung von der für uns zum Ideal gewordenen typischen Form.

Der Gehirnschädel ist, wie wir oben ausführten, nichts anderes als eine schützende Kapsel für das Gehirn, das Organ der geistigen Funktionen, und seine Entwicklung ist abhängig von der Entwicklung des Gehirns. Ein geräumiger Hirnschädel also bedeutet, dass der Träger desselben ein umfangreiches Gehirn besitzt oder besessen hat. Der Gesichtsschädel andererseits enthält, abgesehen von den Sinnesorganen, nur die Zufuhrkanäle für das Ernährungsmaterial des Körpers, den Luftweg und den Speiseweg, und in der Umgebung des letzteren die Vorrichtungen, welche die Speisen in verdauungsfähigen Zustand zu setzen bestimmt sind, den Kauapparat.

Es ist daher zu erwarten, dass die Massenentwicklung des Gesichtsschädels gleichen Schritt hält mit den Anforderungen materieller Nahrungszufuhr, welche die Kraftleistungen des Körpers stellen. Der Gesichtsschädel ist im Vergleich zum Hirnschädel um so größer, je mehr bei dem betreffenden Individuum die physische Arbeit überwiegt, umgekehrt tritt das Gesicht dem Hirnschädel gegenüber um so mehr zurück, je mehr die Thätigkeit des Gehirns den Organen physischer Kraft die Arbeit abnimmt.

Verhältnis von Gesicht und Hirnschädel

Die relative Größenentwicklung des Gesichts macht sich schon bei verschiedenen Individuen derselben Rasse bemerklich und bedingt hier zum großen Teil den mehr oder weniger geistigen Ausdruck eines Kopfes. Viel auffallender werden die Abweichungen dieses Verhältnisses aber beim Vergleichen von Typen verschiedener Rassen oder gar verschiedener Tierarten. Da zeigt sich, dass, durch die Reihe der Säugetiere aufsteigend, das Verhältnis des Gesichts zum Hirnschädel sich stetig verändert zu Gunsten des Hirnschädels. Selbst die dem Menschen zunächst stehenden Affen, der Gorilla, Schimpanse und Orang-Utan zeigen, wenigstens im ausgewachsenen Zustande, ein bedeutendes Überwiegen des Gesichts, namentlich eine ungeheure

---

*) Man pflegt drei Hauptrassen zu unterscheiden.

1) Die äthiopische Rasse umfasst die typischen Neger Afrikas mit allen ihren Stämmen, ferner die Hottentotten und Buschmänner, die Papua- und Australneger.

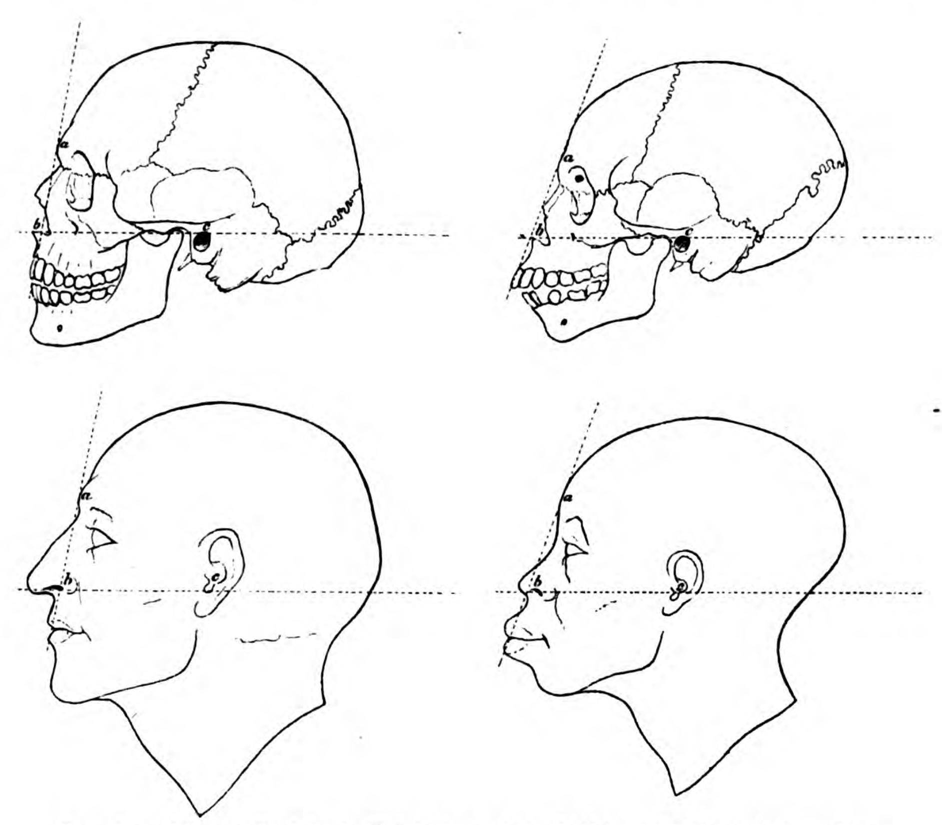
2) Zur mongolischen Rasse zählt man außer den eigentlichen Mongolen Hochasiens, die Tungusen, Samojeden, die Tataren mit den Türken, die Finnen und Magyaren, die Japaner, die Chinesen, die Malayen und Polynesier, die Eskimo und die Ureinwohner Amerikas, die sogen. Indianer.

3) Die kaukasische oder mittelländische Rasse begreift die Arier (auch Indo-Europäer oder Indogermanen genannt), die Semiten und die Hamiten, also die um das mittelländische Meer gruppierten Völker Europas, Vorderasiens und Nordafrikas.

Entwicklung der Kiefer, und sind dadurch, was den Schädelbau anlangt, auch von den Menschen niederster Rasse sehr bestimmt geschieden. Nach diesem Sprung vom Gorilla zum Australier greift dann innerhalb der Reihe der Menschen-Rassen wiederum eine stetige Veränderung des Verhältnisses zum Nachteil des Gesichtsschädels Platz, so dass unter allen Geschöpfen der Mensch mittelländischer Rasse das kleinste Gesicht im Verhältnis zum Gehirn, oder anders ausgedrückt, das relativ größte Gehirn hat.

Schnauzenform oder Prognathismus

Tierähnlichkeit in der Form des Kopfes wird, wo sie bei niederen Rassen oder ausnahmsweise auch bei der unserigen vorkommt, hauptsächlich hervorgerufen durch Abweichungen im Verhältnis von Gesicht und Hirnschädel und namentlich durch das-



Europäer und Neger; über jeden der Köpfe ist der zugehörige Schädel gestellt. Die unterbrochenen Linien bezeichnen die Lage des CAMPER'schen Gesichtswinkels *abc*.

jenige Hervordrängen der Kiefer zur Schnauzenform, welches mit dem Namen des Prognathismus bezeichnet zu werden pflegt. Um sich bei der Prüfung von Schädeln oder der Betrachtung lebender Menschen rasch ein annäherndes Urteil über etwa vorhandenen Prognathismus zu verschaffen, empfiehlt sich auch heute noch am meisten die Benutzung des von dem holländischen Anatomen PETER CAMPER vor mehr als hundert Jahren dafür angegebenen Verfahrens. Man fasse bei der Profilansicht des Kopfes (s. obensteh. Holzschn.) den Punkt (*b*) ins Auge, wo die Oberlippe mit dem unteren Rande der Nasenscheidewand zusammenstößt (oder am knöchernen Schädel den Nasenstachel), denke sich von diesem Punkte aus eine Linie rückwärts durch die Gehöröffnung (*c*) gezogen

und lege eine zweite Linie von dem vorspringendsten Punkte der Stirn (*a*) nach dem Rande der Schneidezähne. Diese beiden Linien schließen einen Winkel ein, den sogen. Gesichtswinkel, dessen bedeutendere oder geringere Größe einen Maßstab für den edleren oder mehr tierischen Gesichtsausdruck abgiebt. Je größer der Winkel ist, desto mehr Raum hat das Gehirn durch seine Entwickelung in Anspruch genommen und desto mehr tritt nun der Stirnteil des Hirnschädels über den Gesichtsschädel nach vorn und überdacht denselben; umgekehrt: je kleiner der Winkel, desto mehr blieb das Gehirn in seiner Entwicklung zurück und desto mehr treten die Kiefer nach vorn und nähern sich der Schnauzenform.

Bei den sogen. menschenähnlichen Affen beträgt der Gesichtswinkel 40 bis 50 Grad, bei Kretinen 50 bis 60, bei Negern 60 bis 70 und bei wohlentwickelten Schädeln unserer Rasse 75 bis 80 Grad. Ein Gesichtswinkel von 90 bis 95 Grad wie er die Götter und Heroen der griechischen Plastik auszeichnet, findet sich in der Natur nicht und kam auch bei den Altgriechen nicht vor. Aber merkwürdigerweise schufen die griechischen Bildhauer für ihre Idealgestalten eine Kopfform, welche auch in dem modernen, anatomisch gebildeten Beschauer die Vorstellung einer ungewöhnlichen Entfaltung des Seelenorgans hervorrufen muss. Dass sie darin das Richtige trafen, erfüllt uns mit hoher Bewunderung für den feinen Natursinn und das richtige Schönheitsgefühl eines Zeitalters, in welchem eine vergleichende Forschung, die den Zusammenhang von Schädelform, Gesichtsbildung und Gehirnbau aufdecken sollte, kaum in den ersten Anfängen vorhanden war.

Nasensattel

Neben dem Vorstehen der Backenknochen sehen wir also ein zweites Merkmal niederer Gesichtsbildung in dem Prognathismus oder der Hinneigung zur Schnauzenform. Ein drittes ist die plattgedrückte Gestalt des Nasenrückens zwischen den Augen. Diese findet sich mit ausgeprägtem Prognathismus in der Regel vereinigt, ist aber nicht an diesen ausschließlich gebunden. Bei manchen mongolischen Völkern, deren Schädel nicht oder nur sehr mäßig prognath sind, wie z. B. bei den Bewohnern Tibets, »soll der Nasensattel so flach sein, dass er in der Profilansicht nur wenig über die Wölbung des Auges hervortritt oder bei kräftigen Personen wohl völlig hinter ihr verschwindet«.

Unterkiefer

Auch die Gestalt des Unterkiefers ist für den Typus des Gesichts von Bedeutung. Die ausgebildete Schnauzenform führt das Fehlen des Kinnvorsprungs mit sich, so dass (wie beim Affenschädel) vom Zahnrande abwärts der Knochen gleichmäßig nach hinten zurückweicht. Der Eindruck der Schnauzenform wird durch diese Kinnlosigkeit wesentlich vermehrt. Das vortretende Kinn zeichnet zwar den menschlichen Kopf im allgemeinen gegenüber den verwandten Tierarten aus, Anklänge aber an die tierische Kinnlosigkeit treten als individuelle Bildungen innerhalb der verschiedensten Menschenrassen auf. Am häufigsten sind sie freilich bei den Negern und werden für diese gewöhnlich als Rassenmerkmal mit aufgeführt. Die aufgeworfenen Lippen vermehren hier das verhältnismäßige Zurücktreten des Kinnes (s. Holzschn. S. 54).

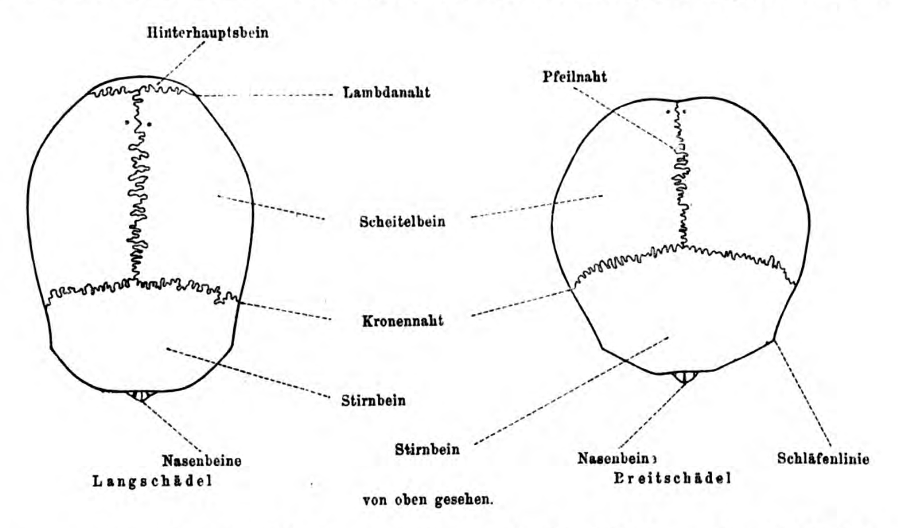
Formen des Hirnschädels

Der Hirnschädel ist, wie er durch seine Entwickelung mittelbar die Gestaltung der Gesichtszüge beherrscht, auch direkt durch seine Form von Bedeutung. Die annähernd eiförmige Kapsel, als welche wir den Hirnschädel kennen gelernt haben, bietet drei Dimensionen dar, durch deren Vergleichung man sich in einem gegebenen Fall ein Urteil über die Schädelform verschaffen kann. Der schwedische Anatom Anders Retzius lehrte die Unterscheidung von Schmal- oder Langschädeln (Dolichocephalen) und Kurz- oder Breitschädeln (Brachycephalen), nach dem Verhältnis des Querdurchmessers (da gemessen, wo der Schädel am breitesten ist) zum geraden Durchmesser (zwischen Hinterhaupt und Stirn), und diese Unterscheidung ist allgemein gebräuchlich geworden. Man bestimmt den Charakter eines Schädels

nicht nach dem absoluten Maß des einen oder des andern Durchmessers, sondern lediglich nach dem Verhältniswert.

Schädelmessung

Der gerade Durchmesser wird in 100 Teile geteilt, die Größe des Querdurchmessers in Prozenten des geraden Durchmessers ausgedrückt und der so erhaltene Prozentwert der Breite in Bezug auf die Länge wird als Breitenindex oder Breitenwert bezeichnet. Völlig runde Schädel, bei denen der Breitenwert 100 betrüge, dem geraden Durchmesser also gleich käme, gelangen nur bei gewissen amerikanischen Völkerschaften als Kunstprodukte, infolge dauernder Zusammenpressung des kindlichen Schädels, zur Entwickelung. Dagegen variieren die Breitenwerte beim gesamten Menschengeschlecht, wenn man von einzelstehenden Ausnahmen absieht, zwischen 67 und 90 und die große Mehrzahl derselben schwankt zwischen 75 und 80. Dieses ist als das mittlere Breitenverhältnis zu betrachten und Schädel, an welchen sich dasselbe vorfindet, werden als Mittelschädel, ihre Träger als mesocephal bezeichnet. Schädel, deren Breitenwert unter 75 liegt, heißen Schmal- oder Langschädel, andere, deren Breite über 80 steigt, sind Kurz- oder Breitschädel. Wie die Länge und Breite, so muss auch die Höhe des Hirnschädels bei der Beurteilung der Kopfform berücksichtigt werden. Man versteht darunter die senkrechte Erhebung der Scheitelhöhe über der Hinterhauptsöffnung; sie wird ebenfalls in Hundertteilen des geraden Durchmessers ausgedrückt und als Höhenindex oder Höhenwert bezeichnet. Dieser bewegt sich nur zwischen 70 und 80 und es besteht im allgemeinen das Verhältnis, dass Langschädel hoch, Breitschädel niedrig sind, dass also eine geringe Ausdehnung in die Breite durch ein gesteigertes Höhenwachstum ausgeglichen wird.



Langschädel — Breitschädel
von oben gesehen.

Formen des Gesichtsschädels

Wie beim Hirnschädel das Wachstum bald mehr in die Länge, bald mehr in die Breite geht und dadurch die Lang- und die Kurzschädel entstehen lässt, so können auch beim Gesichtsschädel zwei Formen unterschieden werden: das Schmalgesicht und das Breitgesicht.

Bei den Schmalgesichtern (Dolichoprosopen) sind alle Teile des Gesichtsschädels verhältnismäßig hoch und schmal, namentlich der Oberkiefer mit seinem zahntragenden Teil, die Backenknochen und das Skelett der Nase, welches zur Bildung der Adlernase neigt. Die Augenhöhlen sind hoch und gerundet und infolge der Schmalheit der Nase stehen die Augen nahe beisammen.

Bei den Breitgesichtern (Brachyprosopen) sind die Oberkiefer breit, ihre

zahntragenden Teile niedrig, die Backenknochen stark ausladend, das Skelett der Nase ist verhältnismäßig breit und zur Bildung der Stumpfnase geneigt. Die Augenhöhlen sind niedrig, nicht gerundet, sondern mehr rechteckig, gedrückt. Infolge der Breite der Nase stehen die Augen weit auseinander.

Typische Kopfformen

Langschädel, Mittelschädel, Kurzschädel einerseits, Schmalgesicht und Breitgesicht andererseits, schon diese fünf Grundzüge der Kopfform können sich in der mannigfachsten Weise vereinigen. Dadurch, dass nun ferner noch das wechselnde Verhältnis des Gesichts zum Hirnschädel hinzukommt und entweder Schnauzenform oder mehr oder weniger senkrechte Gesichtslinie herstellt, erklärt sich einigermaßen die unabsehbare Mannigfaltigkeit der individuellen Kopfformen.

Früher hoffte die anthropologische Forschung nicht nur für eine jede Rasse, sondern für jeden Stamm oder gar jede Nationalität der kaukasischen Rasse eine besondere typische Schädelform aufstellen zu können. Diese Hoffnung hat man aufgegeben. Die umfassenden Schädeluntersuchungen von H. v. Hölder, R. Virchow, J. Kollmann, J. Ranke haben im Gegenteil die Erkenntnis zu Tage gefördert, dass gewisse Kopfformen, die durch Zusammentreten der oben gekennzeichneten Grundzüge entstehen, sich bei allen Völkern nebeneinander finden, dass demnach alle Völker durch Mischung gewisser Urstämme entstanden sein müssen. Diese Urstamme kennt man nun zwar nicht in reinem Zustande, sondern eben nur in den Produkten vieltausendjähriger Mischung. Die Schädeluntersuchung hat aber gewisse Kopfformen kennen gelehrt, welche so deutlich gekennzeichnet sind und sich trotz aller Mischung so zähe forterhalten, dass man wohl berechtigt ist, sie als Merkmale jener Urstämme zu betrachten. Wir wollen nur die zwei am bestimmtesten charakterisierten Formen nebeneinander stellen.

Der germanische Typus und der Rundkopftypus

Der schmalgesichtige Langkopf (dolichoprosoper Dolichocephalus), dessen Charaktere sich aus der Vereinigung der oben geschilderten Merkmale des Langschädels mit denen des Schmalgesichts ergeben. Die Träger dieser Schädel sind in der Regel blond und hoch gewachsen und stellen den sogen. germanischen Typus dar.

Der breitgesichtige Kurzkopf (brachyprosoper Brachycephalus), dessen Träger braune Haare und Augen, gelbliche Hautfarbe zu haben pflegen und seltener hochgewachsen sind. Dieser Typus wird von manchen Anthropologen auf die Ureinwohner Europas zurückgeführt, vor der germanischen Einwanderung; wir wollen ihn den Rundkopftypus nennen.

Gute Beispiele, wie man ihnen oft begegnet, lassen die Unterschiede leicht erkennen. Beim Germanen ist der Hirnschädel walzenförmig, beim Rundkopf kugelförmig. Das Hinterhaupt beim Germanen schopfartig über den Nacken nach hinten heraustretend, beim Rundkopf im Gegenteil vom Nackenansatz aus senkrecht zum Scheitel aufsteigend. Seitenflächen und Dachfläche des Hirnschädels beim Germanen gegen einander abgesetzt, beim Rundkopf in gleichmäßiger Rundung in einander übergehend. Stirn beim Germanen mehr fliehend, beim Rundkopf steiler aufsteigend. Gesicht beim Germanen mehr in die Länge, beim Rundkopf mehr in die Breite entwickelt. Neigung zu prognather Kieferstellung beim Germanen häufiger als beim Rundkopf.

Wachstumsveränderungen der Kopfform.

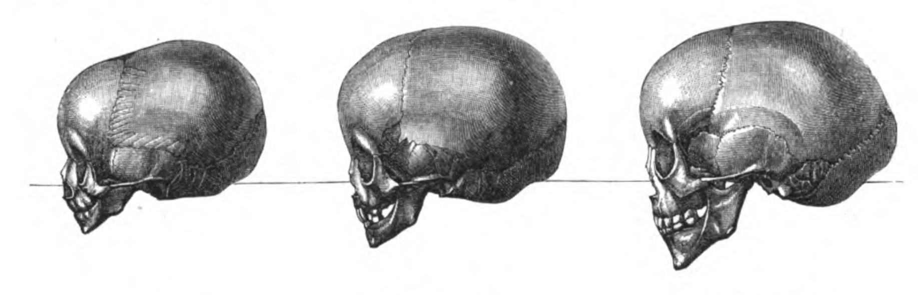
Behält denn nun das einzelne Individuum seine Kopfform unverändert bei, von der Geburt bis zum Greisenalter? Keineswegs. Der menschliche Kopf macht vielmehr sehr beträchtliche Wachstumsveränderungen durch.

Schädel des Neugebornen

Der **Schädel des Neugeborenen** ist charakterisiert durch Kleinheit des Schädelgrundes bei sehr vorangeschrittener Entwicklung des Schädelgewölbes, besonders in der Stirnbreite. Der Kleinheit des Schädelgrundes entspricht auch ein im Vergleich mit dem Schädelgewölbe äußerst kleiner Gesichtsschädel.

Verhältnis des Gesichts zum Hirnschädel

Nur das alle Lebensthätigkeiten dominierende Zentralorgan, das Gehirn, ist beim Säugling, wenigstens dem Umfang nach, bedeutend entwickelt, die Werkzeuge dagegen, die den Organismus in Wechselwirkung setzen sollen mit der umgebenden Welt, entwickeln sich erst unter dem Einfluss der Ansprüche, welche derselbe an letztere stellt. Zunächst handelt es sich da um Beifuhr von Nahrung zur Vermehrung der Körpermasse: in der **ersten Hälfte** des Wachstums ist es die **Entwicklung der Kiefer** mit ihren Zahnfortsätzen und Zähnen und mit dem ganzen Kauapparat, welche die Vergrößerung des Gesichtsschädels beschleunigt. Später, etwa vom **12. Jahre an**, tritt dann die Entwicklung der gesamten Körpermuskulatur in den Vordergrund und damit ein gesteigertes Atmungsbedürfnis, welches seinerseits wieder eine Erweiterung des Brustkastens, der Luftröhre und des Kehlkopfs (Mutieren der Stimme) und eine **Vergrößerung der Nasenhöhle und Bildung ihrer Nebenhöhlen** im Gefolge hat. Daraus wird die Erscheinung verständlich, dass das Volumen des Gesichts zu dem des Hirnschädels sich verhält



Neugeborener. | Zweijähriges Kind. | Fünfjähriges Kind.

beim Neugeborenen	= 1 : 8
» 2jährigen Kinde	= 1 : 6
» 5 » »	= 1 . 4
» 10 » »	= 1 : 3
» Weibe	= 1 : 2½
» Mann	= 1 : 2

d. h. also, dass beim Neugeborenen das Gesicht einem Achtel des Hirnschädels, beim Erwachsenen dagegen der Hälfte desselben gleich kommt. Der senkrechte Durchmesser des Kopfes von der Scheitelhöhe zum Kinn beträgt beim Neugeborenen mehr als das Doppelte des senkrechten Gesichtsdurchmessers von der Nasenwurzel zum Kinn, beim Erwachsenen aber bloß reichlich 1½.

Lage des Kopfgelenks

Mit der Vergrößerung des Gesichtsschädels muss nun, wenn nicht ein prognather Schädel mit schnauzenförmig vortretenden Kiefern entstehen soll, gleichzeitig ein entsprechendes Wachstum des Schädelgrundes einhergehen, was auch der Fall ist und zweierlei Erscheinungen im Gefolge hat. Einmal das relative **Nachhintenrücken des Kopfgelenkes**. Der vordere Rand des Warzenfortsatzes, an welchem die quere Achse des Kopfgelenkes austritt, nimmt während der ersten 5. Lebensjahre die Mitte ein zwischen Hinterhaupt und Nasenwurzel, liegt dagegen später verhältnismäßig weiter hinten. Wenn der vordere zu dem hinter dem Gelenk gelegenen Teil

beim Neugeborenen sich verhält . . . . = 3 : 3,
so verhält er sich beim 10jährigen . . . . . = 4 : 3
und beim Erwachsenen . . . . = 5 : 3.

Das Übergewicht des Kopfes nach vorn bei aufrechter Haltung, dem wir im wachenden Zustande durch die Nackenmuskeln entgegenwirken, beim »Einnicken« aber wider Willen nachgeben müssen, entsteht also erst zu einer Zeit, wo auch die Muskeln stark genug werden, um es zu tragen.

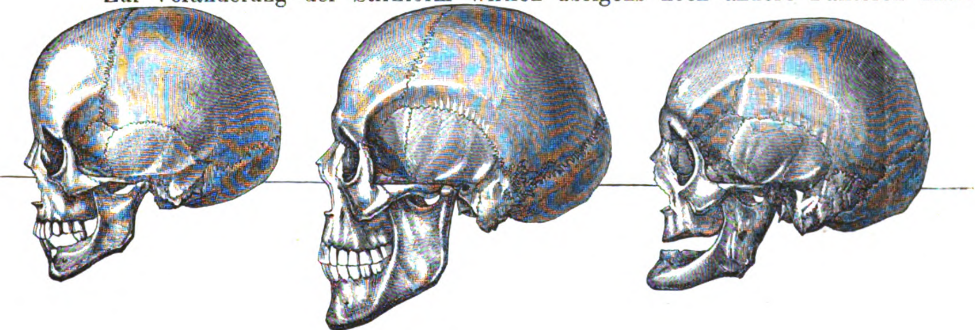
Stirn und Nasenrücken

Ferner aber wird durch das Wachstum des Schädelgrundes auch der Winkel verändert, den die Stirn mit dem Nasenrücken einschließt. Die Stirnfläche, die beim Neugeborenen nach vorn vortritt, weicht allmählich zurück und der erwähnte Winkel vergrößert sich stetig. Um das 10. Lebensjahr jedoch und bis hinein in das kräftige Mannesalter wird er durch die Entwickelung der Atmungsorgane und das stärkere Vortreten der Nase von unten her wieder beeinträchtigt. Da nun das Zurückweichen der Stirn bis ins höhere Alter fortdauert, der Gesichtsschädel aber später wieder kleiner wird, so pflegt im Greisenalter wiederum eine Vergrößerung jenes Winkels einzutreten, d. h. Stirn und Nasenrücken kommen wieder mehr in eine Flucht zu liegen.

Stirnbeinhöhlen

Zur Veränderung der Stirnform wirken übrigens noch andere Faktoren mit.





Zehnjähriges Kind. Erwachsener Mann. Greis.

Vor allem die Entwickelung der Stirnbeinhöhlen. Dies sind Ausbuchtungen der Nasenhöhle, wie sie sich auch im Oberkieferknochen und im Körper des Keilbeins finden. Sie entstehen unter dem Einfluss der mächtigeren Entwickelung der Atmungsorgane und machen sich in der äußeren Form des Knochens bemerkbar als die sogen. Überaugenbrauenbogen (*a'* in Fig. 1 und 3), Knochenwülste, welche über der Nasenwurzel und den inneren Augenwinkeln liegen. Sie treten andeutungsweise etwa im 10. Lebensjahre auf, entwickeln sich bis zur Geschlechtsreife nur sehr wenig und bleiben beim weiblichen Schädel überhaupt sehr schwach. Beim Manne dagegen bilden sie sich mehr und mehr aus und können, im Verhältnis mit dem individuellen Entwicklungsgrad der Körperkräfte, eine sehr bedeutende Ausdehnung erreichen. Es wird dadurch ein erhöhtes Vortreten des unteren Teils der Stirn gegenüber dem oberen und eine tiefere Einziehung der Nasenwurzel bedingt. Das sogen. »griechische Profil« ist zwar hauptsächlich durch das oben (S. 55) erörterte Verhältnis des Gesichts zum Hirnschädel im allgemeinen, nicht unwesentlich aber auch durch die im Gefolge davon auftretende geradlinige Verbindung der Stirnfläche mit dem Nasenrücken charakterisiert. Stirnbeinhöhlen sind in dem reinen griechischen Profil nicht angedeutet. Der Künstler erreichte dadurch zweierlei: einmal verlieh er seinem Idealkopf ein jugendliches Aussehen — und ewige Jugend zierte ja die seligen Götter, — dann

aber ließ er seine Gestalten auch losgebunden erscheinen von den durch Ernährung und Atmung bedingten Entwicklungsgesetzen des Kopfes. Übrigens hat die griechische Plastik an dem geradlinigen Profil nicht blindlings festgehalten, und zwar nicht bloß an Porträtbüsten. Da, wo es sich um Darstellung gewaltiger Körperkraft handelt, tritt auch an Heroenbildern die Nasenwurzel ein wenig zurück und die Stirnbeinhöhlen werden bemerkbar.

Stirnnaht und Stirnhöcker

Ferner wird die Stirnform auch beeinflusst durch den Umstand, dass bei der Mehrzahl der Schädel vom Ende des 2. Lebensjahres an der aufsteigende Teil des Stirnbeins aus einer einzigen Knochenplatte besteht, indem die Stirnnaht, die ihn vorher in zwei Hälften teilte, verknöchert. Nur in ihrem untersten, an die Nasenwurzel anstoßenden Abschnitt bleibt die Stirnnaht in der Regel bestehen (siehe Fig. 1 und 5) und begünstigt dadurch das Breitenwachstum der Stirnbasis.

Da die platten Knochen nur an ihren Rändern wachsen können (s. Einl. S. 3), so folgt aus der Verknöcherung der Stirnnaht, dass die eigentliche Stirnfläche vom 3. Lebensjahre an nicht mehr erheblich breiter und bei dem fortdauernden Wachstum des Schädelgrundes relativ schmaler wird. Die Stirnhöcker, welche am kindlichen Schädel so auffallend vortreten, rücken im Verlauf des späteren Wachstums nicht weiter auseinander. Dass dies am erwachsenen Schädel nicht auffällt, rührt daher, dass die Stirnhöcker ebenso wie die Scheitelhöcker sich nach und nach abflachen, vom 10. Jahre an unbestimmt werden und an manchen älteren Schädeln kaum mehr kenntlich sind. Während beim Neugeborenen der obere Teil der Stirn (in der Höhe der Stirnhöcker) breiter ist als der untere, so sind beide im 6. Lebensjahre gleich breit und im weiteren Verlauf bis ins höhere Alter hinein kehrt sich das ursprüngliche Verhältnis um, so dass der obere Teil oder die eigentliche Stirn gegen den unteren, den Nasen- und Augenhöhlen-Teil, auch in der Breite mehr zurücktritt.

Gesamtform des Hirnschädels

Was die Veränderungen der Gesamtform des Hirnschädels betrifft, so ist auch hier das Wesentliche das Stehenbleiben der Stirnbreite, welches bei der allmählichen Vergrößerung der Schädelbreite oberhalb der Ohrmuscheln, den Kopf im Stirnteil später relativ schmaler erscheinen lässt. In den ersten Lebensjahren wächst das Schädelgewölbe noch sehr rasch, der Schädelgrund bleibt zurück und holt erst vom 3. Lebensjahre an das Versäumte nach.

Zur Zeit der Geschlechtsreife haben die Knochen des Gewölbes in der Regel ihre volle Größe, von nun an beruht das Wachstum auf Verlängerung und Verbreiterung des Schädelgrundes. Der Querdurchmesser des Schädelgrundes in den Warzenfortsätzen, der zur Zeit der Geburt der Stirnbreite sehr nachsteht, kommt dieser im 6. Lebensjahre gleich, um sie späterhin beträchtlich zu übertreffen.

Erwähnen wir nun noch, dass beim Neugeborenen das Schädelgewölbe in flacherem Bogen von hinten nach vorn gespannt und der senkrechte Schädeldurchmesser relativ kleiner ist als beim Erwachsenen, so sind die Wachstumsveränderungen der Kopfform im wesentlichen gekennzeichnet.

HALS.

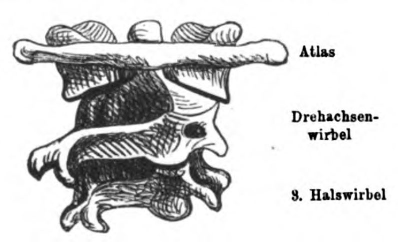
(Fig. 1 bis 8.)

Bewegungen des Kopfes

Der Kopf ist auf das obere Ende der Wirbelsäule beweglich aufgesetzt. Seine Bewegungen um die drei Achsen des Raumes geschehen in zwei besonderen Gelenken und werden durch die Gesamtbewegung der Halswirbelsäule ergänzt.

Das erste Gelenk liegt zwischen dem Schädel und dem obersten gewöhnlich mit dem Namen »Atlas« oder Träger bezeichneten Halswirbel. Es ist ein Charnier mit quer verlaufender Achse, welche auf beiden Seiten durch den vorderen Rand des Warzenfortsatzes austritt. Die Bewegung in diesem Gelenk ist also die Biegung des Kopfes nach vorn und nach hinten: die sogen. Nickbewegung des Kopfes.

Das zweite Gelenk, zwischen Atlas und zweitem Halswirbel oder »Drehachsenwirbel« (Epistropheus, Axis), ist ein Charnier von der Art der Rollgelenke, in welchem ein Hohlcylinder sich an dem senkrecht stehenden Zapfen des Drehachsenwirbels dreht. Die Achse ist senkrecht, die Bewegung erfolgt also in der horizontalen Ebene: Wendung des Kopfes nach rechts und links. In dem nebenstehenden Holzschnitt sind die drei obersten Halswirbel schräg von rechts und hinten dargestellt, bei Wendung des Kopfes nach links. Den Atlas sieht man daher gerade von hinten, den Drehachsenwirbel und 3. Halswirbel dagegen schräg von rechts und hinten.



Die drei obersten Halswirbel, von rechts und hinten gesehen. Stellung des Atlas bei Wendung des Kopfe nach links.

Bewegungen um die dritte, von hinten nach vorn gerichtete Achse, also Neigungen des Kopfes nach der Seite, erfolgen in beschränktem Maße im ersten Gelenk und werden wesentlich ergänzt durch die Seitwärtsbewegung der Halswirbelsäule.

Es ist nun sehr bemerkenswert, dass diese Bewegungen nicht ganz unabhängig von einander sind, sondern sich in folgender Weise gegenseitig bedingen.

Die Freiheit der Nickbewegung wird sowohl durch Seitwärtsneigung wie durch Wendung des Kopfes eingeschränkt; sie ist daher am vollkommensten bei senkrecht stehendem und nach vorn schauendem Gesicht. Seitwärtsneigung führt in der Regel eine geringe Wendung des Kopfes nach der entgegengesetzten Seite mit sich. Ebenso pflegt Wendung des Kopfes (wenn sie, wie gewöhnlich beim Wenden des Blickes, ungezwungen ausgeführt wird) mit einer Seitwärtsneigung nach der entgegengesetzten Seite verbunden zu sein, also Wendung nach rechts mit Neigung des Kopfes nach links. Erst bei extremer Wendung bis zur Richtung des Gesichts

über die Schulter wird die Bewegung in der Halswirbelsäule zu Hilfe genommen und hier gesellt sich dann zu dieser Rechtswendung auch eine Rechtsneigung. Tritt die letztere aber schon zu einer mäßigen Wendung nach rechts, welche der Regel nach mit Linksneigung gepaart sein sollte, so erhält die Bewegung, wenn ihr nicht ein besonderes Motiv zu Grunde liegt, den Ausdruck der Geziertheit. Ein besonderes Motiv könnte in diesem Fall gegeben sein in der Absicht des betreffenden Menschen, sein Gesicht einem anderen ebenfalls nach der entsprechenden Seite geneigten Gesicht oder Bild richtig gegenüberzustellen, und durch ein solches Motiv könnte dann jene gezwungene Haltung, wie oben ausgeführt wurde, sogar mimisch ausdrucksvoll werden (vgl. S. 11 und S. 32).

Muskeln der Kopfbewegungen

Der für die Stellung des Kopfes wichtigste Muskel ist durch seine Verlaufsrichtung jener Vereinigung von Wendung und Neigung angepasst. Es ist der fälschlich als **Kopfnicker** bezeichnete Brust-Schlüsselbein-Warzen-Muskel (M. sternocleidomastoideus, *T*, Fig. 2, 4, 6), den man richtiger Kopfwender nennen sollte. Derselbe entspringt am oberen Rande des Brustbeins und daneben am Schlüsselbein, läuft deutlich sichtbar nach oben, außen und hinten und befestigt sich am Warzenfortsatz des Schädels und dem angrenzenden Teil des Hinterhaupts, also **hinter** dem Austrittspunkt der Nickbewegungs-Achse. Daraus ergiebt sich schon, dass der Muskel, einseitig wirkend, kein Nicken des Kopfes herbeiführen kann und dass seine Bezeichnung als Kopfnicker demnach nicht ganz zutreffend ist.

Der Kopfnicker der linken Körperseite wendet den Kopf nach rechts und neigt ihn zugleich ein wenig nach links, der der rechten Seite wendet den Kopf nach links mit begleitender Rechtsneigung (diese letztere Bewegung ist in dem gegenüberstehenden Holzschnitt dargestellt, desgl. in Fig. 6 der Tafeln). Wirken beide Kopfnicker zusammen, so wird der Kopf gerade nach vorn gezogen; das sieht man bei Kranken, welche in ausgestreckter Rückenlage den Kopf zu heben suchen und bei denen dann die beiden Muskeln auffallend vortreten.

Zu stärkeren Wendungen des Kopfes, mit gleichzeitiger Neigung in der Halswirbelsäule nach derselben Seite, greift der Bausch- oder Riemenmuskel (M. splenius, *V*, Fig. 8) ein, der, von den Dornen der unteren Halswirbel entspringend, von hinten an den Warzenfortsatz herauftritt.

Die gesamte übrige Nackenmuskulatur dient der Bewegung um die quere Achse nach hinten, d. h. sie hält den Kopf aufrecht, der sonst bei dem Übergewicht des Vorderkopfes nach vorn fallen würde.

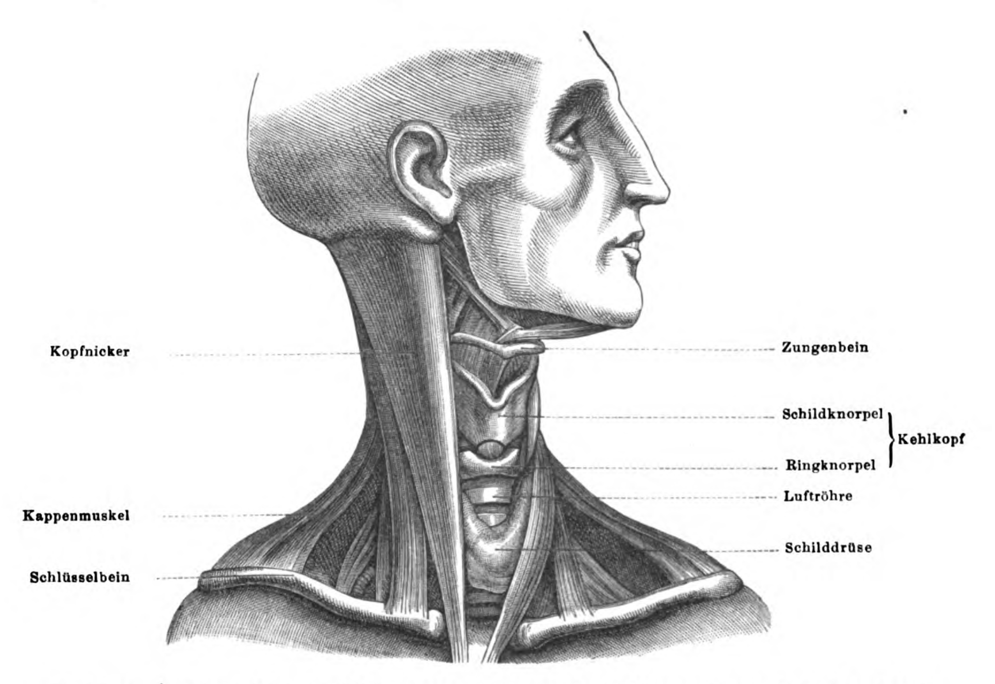
Und dieses Übergewicht macht es auch verständlich, warum wir keinen besonderen Nickmuskel haben und keinen brauchen: das Nachlassen des nach hinten gerichteten Zuges der Nackenmuskeln führt bereits eine Bewegung nach vorn herbei. Allenfalls kann diese auch aktiv unterstützt, beziehungsweise, bei Rückenlage, herbeigeführt werden durch die unteren Zungenbeinmuskeln (*Q*, *R*), welche jedoch, vom Brustbein kommend, sich an das Zungenbein (*k*, Fig. 4) ansetzen und nur indirekt durch Vermittelung der oberen Zungenbeinmuskeln (*O*, *P*, *P'*, *P''*) auf den Schädel zu wirken vermögen. Ihre eigentliche Wirkung ist Bewegung des Kehlkopfs und Zungenbeins und Feststellung des letzteren, Leistungen, die beim Ablauf des Schlingaktes ihre Verwendung finden.

Oberfläche des Halses

Die vordere Fläche des Halses, die nach unten durch Brustbein und Schlüsselbeine begrenzt ist, wird durch die schräg nach innen herablaufenden Kopfnicker in **drei** dreieckige Gebiete geschieden. In dem **mittleren Dreiecke**, dessen Spitze nach unten gerichtet ist, liegen Zungenbein, Kehlkopf, Luftröhre und Schilddrüse mit den unteren Zungenbeinmuskeln (*Q*, *R*) und zu beiden Seiten davon, längs des innern Randes des Kopfnickers und unten von diesem bedeckt, die großen Adern, welche

den Kopf mit Blut versorgen (*z*, Fig. 2, 6). Der vordere Profilumriss des Halses (Fig. 3) springt vom Kinn horizontal zurück bis zum Zungenbein (*k*), unterhalb von diesem tritt der Schildknorpel (*l*) des Kehlkopfes beim männlichen Geschlecht als »Adamsapfel« stark vor und auch der Ringknorpel bedingt eine sanfte Erhebung des Konturs, welcher dann über die Schilddrüse gleichmäßig nach unten verläuft und hier nur bei Kropfgeschwulst dieser Drüse vorgedrängt wird. An gesunden Hälsen verschwindet der Profilkontur der Mittellinie hinter dem Ursprung des Kopfnickers (Fig. 4), er tritt hier in die Drosselgrube, welche sich zwischen den Ursprüngen der Kopfnicker befindet und den oberen Rand des Brustbeins bezeichnet.

Das seitliche Halsdreieck zeigt auch am lebenden Körper über dem unmittelbar unter der Haut liegenden Schlüsselbein eine mehr oder weniger tiefe Grube, die sogen. Über-Schlüsselbeingrube (Fossa supraclavicularis major), begrenzt vom



Wendung des Kopfes nach links. Der Kehlkopf folgt den Wendungen des Kopfes nur ganz wenig, bleibt fast unbewegt in der Mitte stehen. Nach Henke.

Kopfnicker und Kappenmuskel. Bei abgemagerten und namentlich bei schwindsüchtigen Personen kann diese Grube sehr tief sein; man sieht dann einen Strang schräg durch die Grube verlaufen: das ist der untere Bauch des langen, zweibäuchigen Schulterblatt-Zungenbeinmuskels (M. omohyoideus, *Q'*).

Nacken

An der hinteren Fläche des Halses, dem Nacken, wie ihn Fig. 8 darstellt, wird die Form vor allem durch die beiderseits neben der Mittellinie gelegenen Muskelstränge beeinflusst, die als tiefe Nackenmuskeln eine an das Hinterhaupt herauftretende Fortsetzung der langen Rückgratstrecker darstellen (vgl. S. 74). Sie befestigen sich an der äußeren Fläche des Hinterhauptbeins unterhalb der bogenförmigen Nackenlinie desselben und zu beiden Seiten des Hinterhauptstachels (*c'*). Zwischen ihnen senkt sich unterhalb des Hinterhauptstachels die Haut zu einer in der Mittellinie gelegenen Rinne ein, welche, besonders deutlich bei Kindern, auch bei

fettarmen Erwachsenen tief einschneidet, weiter nach unten aber allmählich verstreicht. Geht man auf der Mittellinie mit der Hand tastend herab, so trifft man endlich auf einen Knochenvorsprung, es ist der Dornfortsatz des untersten Halswirbels (7), welcher also die Grenze des Nackens gegen den Rücken bezeichnet.

In der Figur 8 wird übrigens (da wie überall nur die Haut entfernt gedacht ist) die tiefe Nackenmuskulatur noch bedeckt vom Kappenmuskel (*U*), dessen Ursprung an der Nackenlinie des Hinterhaupts sich darstellt. Nach außen von ihm sieht man den Ansatz des Kopfnickers (*T*) an dieselbe Linie. Zwischen beiden Muskeln in der Tiefe sind Teile der Nackenmuskulatur sichtbar, am meisten der erwähnte Bauschmuskel (*V*).

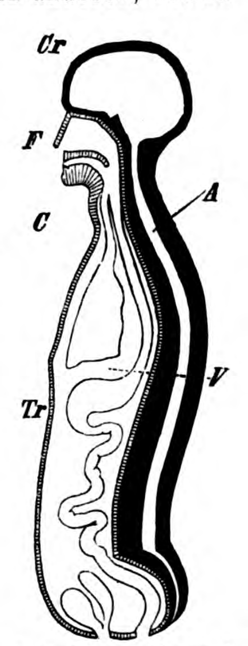
Was die Höhenbeziehungen der hinteren zu der vorderen Halsgegend anlangt, so lässt sich etwa sagen, dass bei aufrechter Haltung, wenn der Jochbogen horizontal und die Gaumenplatte in der Höhe des Hinterhauptgelenks steht, der untere Rand des Kinnes und das Zungenbein horizontal vor dem Körper des vierten Halswirbels und der untere Rand des Kehlkopfs in einer Ebene mit dem oberen Rand des 7. Halswirbels sich befindet. Siehe Fig. 3.

RUMPF.

(Fig. 9 bis 15.)

Dem Bau des menschlichen Rumpfes liegt im Groben dieselbe Raumanordnung zu Grunde wie dem des Kopfes. Wie wir dort den Hirnschädel und den Gesichtsschädel zu unterscheiden hatten, so hier einen Kanal, in dem das Rückenmark liegt und der sich nach oben in die Schädelhöhle fortsetzt, — und einen anderen, welcher die Atmungs- und Verdauungs-Organe enthält und sich nach oben durch die Höhlen des Gesichtsschädels hindurch nach außen öffnet. Nur das Raumverhältnis ist ein umgekehrtes: im Kopf wird der Raum des Ernährungssystems (Gesichtsschädel) übertroffen und überragt durch den Raum des Zentralnervensystems (Hirnschädel), — im Rumpf dagegen breitet sich die Eingeweidehöhle ungeheuer aus und der Kanal für das Nervensystem tritt gegen sie völlig zurück. Aber gleichwohl sind durch den ganzen Rumpf hindurch beide Räume wohl zu unterscheiden und im Skelett auf das bestimmteste gegen einander abgegrenzt.

Rückgratskanal und Leibeshöhle



Durchschnitt des Körpers in der Mittelebene. *A* Wirbelkanal. *V* Leibeshöhle. *Cr* Hirnschädel. *F* Gesichtsschädel. *C* Hals. *Tr* Rumpf.

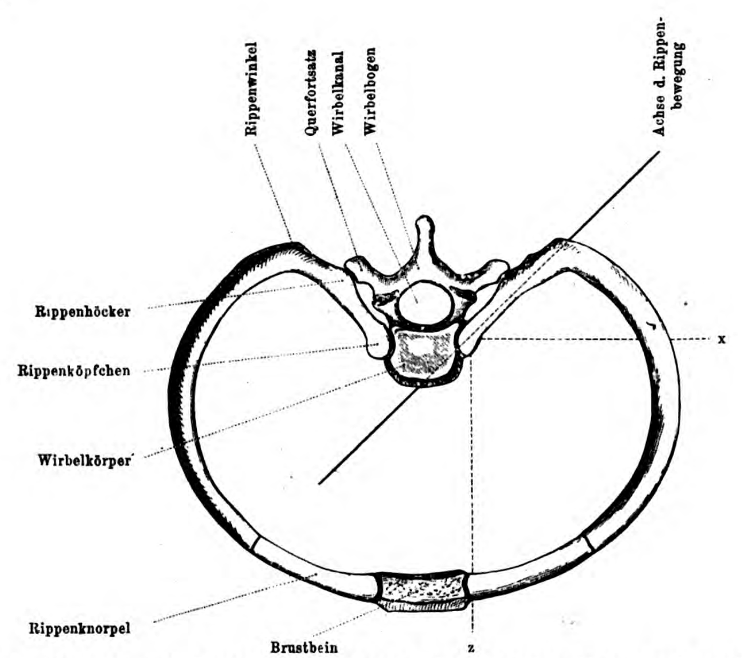
Die zentrale Stütze des Rumpfskelettes, und die Grundlage des Knochengerüstes überhaupt, ist die Säule der Wirbelkörper, ein beim Menschen senkrecht gestellter Träger (Fig. 9). Es ist eine halbcylindrische Säule, welche zusammengesetzt ist abwechselnd aus knöchernen Abschnitten von verschiedener Höhe, den Körpern der Wirbel, und aus zwischenliegenden Scheiben nicht verknöcherter Bandmasse. An diesen Stamm sind nun entsprechend jedem einzelnen Wirbelkörper, zwei Spangen angesetzt, eine nach hinten und eine nach vorn. Die hintere ist die kleinere; sie ist an allen Wirbeln vorhanden und bildet dadurch, dass sie mit dem Wirbelkörper völlig verschmilzt, als Wirbelbogen den zweiten wesentlichen Bestandteil der Wirbel. Zwischen Körper und Bogen liegt der Wirbelkanal für das Rückenmark. Dadurch, dass die Bögen in der Mitte zu den sogen. Dornfortsätzen verdickt sind, entsteht die Reihe vorspringender Knochenzapfen, welche in der Mittellinie des Rückens als Rückgrat herabverläuft (Fig. 13). Die ganze Wirbelsäule (mit Ausschluss des durch Verschmelzung mehrerer Wirbel entstandenen Kreuzbeins und des Steißbeins) besteht in der Regel aus 7 Hals-, 12 Brust- und 5 Lendenwirbeln (Vertebrae cervicales, thoracales, lumbales).

Wirbelsäule

Rippen

Die vordere Spange gelangt nicht an allen Wirbeln zur Entwicklung. Vollständig bildet sie sich nur an den Brustwirbeln und besteht hier aus zwei Rippen (Costae), welche vorn durch einen mittleren Knochen, das Brustbein (Sternum), zusammengehalten werden. Entsprechend der Zahl der Brustwirbel besitzen wir jederseits 12 Rippen, nur als seltene Ausnahme 13, was bei anthropoiden Affen die Regel bildet.

Die Rippen verschmelzen nicht mit dem Wirbelkörper, wie der Bogen, sondern setzen sich in bewegliche Verbindung mit ihm, jede Rippe durch zwei kleine Gelenke; das eine zwischen Köpfchen der Rippe und Wirbelkörper, das andere zwischen Höcker der Rippe z. B. *d'* in Fig. 9) und Querfortsatz des Bogens (z. B. 15' in Fig. 13). Da nun diese Querfortsätze an den oberen Brustwirbeln mehr nach der Seite, an den unteren mehr nach hinten gerichtet sind (Fig. 13), so verlaufen die Bewegungsachsen der Rippen im oberen Teil des Brustkorbes mehr von einer Seite zur andern, im



Ein Brustwirbel in Verbindung mit den zu ihm gehörigen Rippen und einem Stück Brustbein. Für die linke Rippe ist die Bewegungsachse eingetragen und durch die beiden unterbrochenen Linien x und z in ihre zwei Komponenten zerlegt. Bei den oberen Rippen nähert sich die Achse mehr der Linie x, bei den unteren der Linie z.

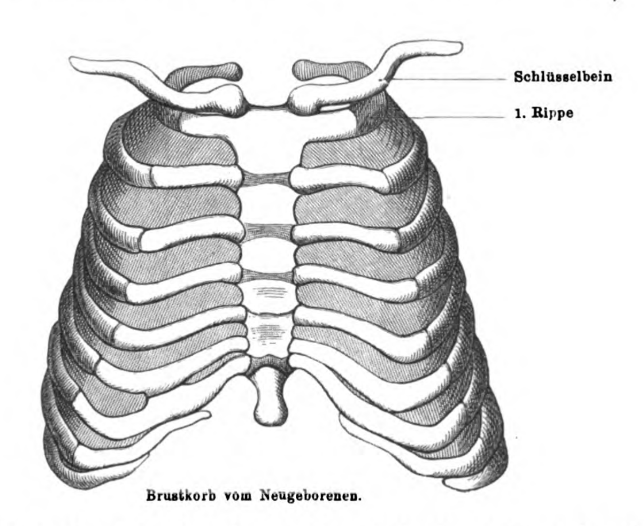
unteren Teil dagegen mehr von hinten nach vorn (vergl. nebenstehenden Holzschnitt). Daraus folgt, dass die zum Zweck der Einatmung eintretende Hebung aller Rippen aus ihrer abwärts geneigten Ruhelage, bei den oberen Rippen mehr nach vorn, bei den unteren mehr nach der Seite gerichtet ist, das heißt: die Erweiterung des Brustraumes bei der Einatmung ist im oberen Teil des Brustkorbes vorwiegend Vertiefung, im unteren Teil vorwiegend Verbreiterung.

Rippenknorpel und Brustbein

Damit eine derartige Hebung der zwei zu einer Spange gehörigen Rippen um zwei nicht in derselben senkrechten Ebene liegende, sondern sich nach vorn kreuzende Achsen überhaupt möglich sei, dürfen die Rippen natürlich vorn nicht zu einem festen Knochenbogen vereinigt sein. Dies ist die Bedeutung der sogen. Rippenknorpel und ihrer beweglichen Verbindung mit dem Brustbein. Und da ferner die Brustwirbelsäule nur wenig biegsam und auch das Brustbein ein festes Knochenstück ist, so muss

die Bewegung aller Rippenringe gleichzeitig erfolgen, der ganze Brustkorb muss als einheitliches System wirken. Die **Bewegung des Brustbeins** besteht dabei in Hebung zugleich nach oben und nach vorn. Wie ein Blick auf Fig. 9 lehrt, beträgt die Länge des Brustbeins mit Ausschluss des Schwertfortsatzes nur ungefähr die Hälfte der Länge des Brustkorbes, die unteren Rippen können es infolge dessen mit ihren Knorpeln nicht mehr erreichen. Danach werden die 7 oberen Rippen als **wahre Rippen** (costae verae) von den fünf unteren oder falschen (spuriae) unterschieden, von denen drei sich noch mit dem Knorpel der 7. Rippe verbinden, während die beiden letzten frei zwischen den Muskeln liegen. Dass die mittlere Stellung der Rippenknochen eine nach unten geneigte ist, wurde schon erwähnt; es ist die Ursache, warum der obere Rand des Brustbeins nicht in der Höhe des 1., sondern in der des 3. Brustwirbels steht. Horizontal von vorn auf ein Skelett blickend, sieht man deshalb die Wirbelsaule bis zur Mitte des 3. Brustwirbels frei vor sich (Fig. 9).

Das untere Ende des Brustbeinkörpers, welches oberhalb der sogen. Herzgrube immer deutlich durchzufühlen ist, befindet sich bei Ruhelage in einer horizontalen Ebene mit dem vorderen Ende des 5. Rippenknochens, mit der Mitte der 7. Rippe und



Brustkorb vom Neugeborenen.

mit dem Körper des 9. Brustwirbels. Das vordere Ende des 7. Rippenknochens steht in einer Höhe mit dem 12. Brustwirbel, das des 10. Rippenknochens, welches das untere Ende des Brustkorbs bezeichnet, in einer Höhe mit dem 2. Bauchwirbel.

Da die zwei unteren Lendenwirbel zwischen den Darmbeinschaufeln stehen, so ist in der Profilansicht des Skelettes nur der 3. Lendenwirbel frei sichtbar (Fig. $9,_{22}$).

Brustkorb

Die **Form des Brustkorbes** (Thorax), die zugleich die Gestalt des Brustkastens bestimmt, zeigt Fig. 9 und 13. Es ist ein von vorn nach hinten abgeplatteter Cylinder, der sich nach oben kuppelförmig zuwölbt.

Der Brustkorb schließt das für die Fortdauer des Lebens und für die Leistungsfähigkeit des Körpers allerwichtigste Werkzeug, die **Lunge**, ein. Die Ausprägung der in den Figuren dargestellten, seitlichen Wölbung, welche unmittelbar unter dem Schlüsselbein beginnt, ist, als Ausdruck wohl entwickelter Lungen, wesentlich für das Bild einer kräftigen Konstitution des Körpers, und Abweichungen davon lassen auf krankhafte Anlagen schließen.

So kennzeichnet ein langer Brustkorb, der zugleich schmal und flach, besonders unterhalb der Schlüsselbeine eingedrückt ist, die Neigung zu Lungenschwindsucht.

Eine andere Allgemeinerkrankung, die sogen. englische Krankheit, hinterlässt als Folgen eine Beeinträchtigung der seitlichen Wölbung und bringt durch kielförmiges Vortreten des Brustbeins das zu Stande, was gewöhnlich als »Hühnerbrust« bezeichnet wird. Auch eine ungewöhnliche fassförmige Ausdehnung, eine scheinbare Feststellung des Brustkorbes in der Einatmungsstellung, ist krankhaft und bildet das Merkmal des Emphysems, einer Erweiterung der Lufträume der Lunge auf Kosten des Lungengewebes, durch welche Kurzatmigkeit entsteht.

Wachstumsveränderungen des Brustkorbes

Die Vergrößerung des Brustkorbes im Lauf des Wachstums ist eine besonders rasche um die Zeit der sich vollendenden Geschlechtsreife, beim Mädchen zwischen dem 11. und 14., beim Knaben zwischen dem 12. und 17. Jahre.

Die Wirbelsäule des Neugeborenen springt noch nicht so in den Brustraum vor wie später. Infolge davon stehen die Bewegungsachsen der Rippen noch gleichmäßig in der queren Richtung und die Einatmungsbewegung ist im ganzen fast nur Vertiefung, welche übrigens auch nicht ausgiebig ist, da die Neigung der Rippen noch eine sehr geringe. Der Brustkorb des Neugeborenen zeigt noch nicht das Überwiegen der Breite über die Tiefe, wie es den des Erwachsenen auszeichnet, denn die Durchschnittsmaße sind:

	gerader Durchmesser	Querdurchmesser
Neugeborener . . .	10 cm.	11 cm.
Erwachsener	24 cm.	36 cm.

Die Gesamtform des Brustkorbes beim Neugeborenen ist nicht cylindrisch, sondern kegelförmig mit nach oben gerichteter Spitze (s. Holzschn. S. 67). Das rührt daher, dass vor der Geburt die Lungen zusammengezogen, ganz klein im obersten Teil liegen, der untere Teil aber durch die zu dieser Zeit sehr große Leber gefüllt und ausgedehnt wird; erst mit dem ersten Atemzug drängt das Zwerchfell die Leber herab, dehnt die Lunge aus und setzt dadurch die Bedingung zur allmählichen Ausweitung des oberen Teils des Brustraumes.

Der weibliche Brustkorb

Der weibliche Brustkorb ist im Verhältnis zu seiner Tiefe weniger breit als der männliche, d. h. er ist verhältnismäßig mehr nach vorn als nach der Seite gewölbt. Er steht in dieser Beziehung dem kindlichen Zustand noch näher.

Atmungsbewegung

Die Einatmungsbewegung, welche im allgemeinen dem Öffnen eines Blasebalges wohl vergleichbar ist, lässt sich in zwei Faktoren zerlegen: 1) die Hebung der Rippen, die wir oben schon erörtert haben; 2) die Zusammenziehung des Zwerchfells. Da dieses letztere als quere Scheidewand in der Leibeshöhle derartig ausgespannt ist, dass es in die Brusthöhle kuppelartig hinaufragt, so bedingt seine Zusammenziehung eine Abflachung der Kuppel; die Brusthöhle wird dabei verlängert, die Baucheingeweide entsprechend nach unten gedrängt und die nachgiebige Bauchwand vorgewölbt. Dies kann man Zwerchfellatmung, die erstere Form Brustatmung nennen. Dann lässt sich im allgemeinen sagen, dass, obwohl bei beiden Geschlechtern die Zwerchfellatmung die ausgiebigere ist, doch beim Weibe die Brustatmung immerhin eine größere Rolle spielt, als beim Manne, und zwar auch bei solchen Frauen, deren Brustkorb nicht durch Schnürleiber verunstaltet ist.

Schnürleiber

Eine sehr bedauerliche krankhafte Veränderung nämlich erleidet der Brustkorb häufig bei den zivilisierten Frauen durch unvernünftiges Schnüren, auch gegenwärtig noch trotz aller Vorstellungen der Ärzte. Die unteren Rippen, etwa von der fünften an, werden dabei nach der Mittellinie hingedrängt, und da das Tragen des Korsetts gerade in den Jahren des lebhaftesten Wachstums beginnt, so können sich nach und nach sehr auffallende Verunstaltungen entwickeln. Im unteren Teil des Brustkorbes kann es zur Berührung der Knorpelränder in der Mittellinie kommen; im oberen Teil

aber werden, zum Ersatz des unten eingebüßten Raumes und der fast unmöglich gemachten Zwerchfellatmung, die Rippen gewaltsam gehoben und dadurch die Tiefe des Brustkorbes vermehrt gegenüber der Breite.

Geschlechtscharaktere des weiblichen Rumpfes

Wenn dieser letztere Effekt zugleich mit der scheinbaren Vergrößerung der Hüftenbreite, die Motive dieser Mode sind und dieselbe die Geschlechtscharaktere des weiblichen Rumpfes hervorzuheben beabsichtigt, so hat sie diese zwar entstellt, aber doch richtig herausgefunden.

Denn hohe Wölbung der Brust, die den oberen Teil des Rumpfes mehr cylindrisch als abgeplattet erscheinen lässt, macht den Unterschied des weiblichen vom männlichen Brustkasten, mehr als die geringere Schulterbreite. Diese letztere ist mehr eine scheinbare und entsteht dadurch, dass die Breite des Beckens im Verhältnis so bedeutend überwiegt.

Wirbelsäule als Ganzes

Die Wirbelsäule als Ganzes zeigt, wenigstens beim Erwachsenen, eine doppelt **S**-förmige Krümmung, in der Art, dass die Halswirbelsäule nach vorn konvex, der Brustabschnitt nach hinten konvex, die Lendenwirbelsäule wieder nach vorn konvex, und das Kreuzbein nach hinten konvex gebogen ist. Diese Krümmungen werden durch den Mechanismus der aufrechten Körperhaltung bedingt und sollen deshalb weiter unten im Zusammenhang mit diesem eingehender besprochen werden (s. S. 72).

Der Umfang der Wirbelkörper nimmt im allgemeinen von oben nach unten zu, so dass er da am mächtigsten ist, wo die Wirbelsäule auf dem Kreuzbein befestigt ist; in der Brustwirbelsäule vom 2. bis 8. Brustwirbel bleibt er unverändert. Die Länge der Dornfortsätze ist bei den oberen sechs Halswirbeln gering; sie liegen in der Tiefe der Muskulatur verborgen; der 7. Wirbeldorn ist der erste, der bis unter die Haut vorspringt, und hat dadurch dem 7. Wirbel die Bezeichnung des »vorspringenden« Wirbels (vertebra prominens) eingetragen. Von da an abwärts sind alle Dornen durch die Haut durchzufühlen. Die Dornfortsätze sind nicht gleichmäßig gestellt. Der des 2. Halswirbels (der 1. hat keinen) steht annähernd horizontal, dann neigen sie sich bis zum 7. Brustwirbel immer mehr, so dass sie sich in der Mitte des Rückens wie Dachziegel decken. Vom 8. Brustwirbel an richten sie sich rasch wieder auf, so dass bereits der Dorn des 11. und des 12. Brustwirbels horizontal nach hinten steht, wie die Dornfortsätze der Lendenwirbel.

Verbindungen der Wirbelsäule

Das Gelenk, durch welches der erste und der zweite Halswirbel mit einander verbunden sind, ist bereits als Drehgelenk des Kopfes besprochen worden (s. S. 61). Diese beiden Wirbel können als Drehwirbel unterschieden werden, und wir haben jetzt die übrigen Wirbel, die, jenen gegenüber, Beugewirbel genannt werden, zu betrachten.

Beugewirbel

Die Verbindung dieser Wirbel zu einer einheitlichen Säule geschieht einmal durch die zwischen den Körpern eingeschalteten Bandscheiben, welche in ihrer Gesamtheit den vierten Teil der ganzen Säule ausmachen, und zweitens durch kleine, nicht sehr bewegliche Gelenke, welche jederseits zwischen den Bögen zweier Wirbel angebracht sind.

Beweglichkeit der Wirbelsäule

Aus dem Umstande, dass demnach je 2 Wirbel an 3 verschiedenen Punkten mit einander verbunden sind, und aus der Art dieser Verbindung selbst, lässt sich nun schon schließen, dass die Bewegungen keine sehr umfangreichen sein können. Sie sind aber doch nach bestimmten Richtungen vorwiegend möglich und ihr Spielraum, wenn auch beschränkt, gewinnt durch die Summierung mehrerer Verbindungen deutlichere Größen.

1) Torsion oder Drehung um die senkrechte Achse, also Wendung des Oberkörpers über dem ruhenden Becken nach rechts oder nach links. Diese kann in ergiebiger Weise nur im unteren Abschnitt der Brust, vorzugsweise in dem Gebiet

zwischen dem 8. Brust- und dem 2. Lendenwirbel ausgeführt werden, und zwar in dem beträchtlichen Werte eines Winkels von etwa 28°. Da die Torsion im übrigen Bereich der Wirbelsäule eine sehr geringe ist, so fällt die Drehung an der unteren Grenze des Brustkorbes äußerlich sehr in die Augen.

2) Seitwärtsneigung des Oberkörpers nach rechts oder links ist vorzugsweise in der Lendenwirbelsäule ausführbar, und zwar so ausgiebig, dass der untere Rand des Brustkorbes bis über den oberen Rand des Beckens hinweg geneigt werden kann. Die Bewegung zeigt sich hauptsächlich gebunden an das obere und untere Ende der Lendenwirbelsäule, während das mittlere Stück weniger beweglich ist. An der Brustwirbelsäule ist diese Bewegung gar nicht ausführbar. An der Halswirbelsäule dagegen ist sie noch ausgiebiger als an der Lendenwirbelsäule entwickelt, sie ist hier aber mit gleichzeitiger Drehung nach derselben Seite verbunden. Wir haben diese für den Hals charakteristische Bewegung bei der Besprechung der Kopfbewegungen bereits erwähnt und darauf hingewiesen, dass diese mit Neigung nach derselben Seite einhergehende Wendung des Halses nur bei extremen Wendungen des Kopfes zu Hilfe genommen wird (vgl. S. 62).

3) Bewegung um die querverlaufende Achse, Beugung und Streckung des Rumpfes nach vorn und hinten. Auch diese Bewegung ist in der Brustwirbelsäule nahezu gleich Null, in den beiden freien Abschnitten des Halses und Bauches dagegen gut entwickelt, und zwar in der Lendenwirbelsäule vorzugsweise dicht unter dem Brustkorb und dicht über dem Becken. Der Spielraum der Bewegung aus der stärksten Beugung in die äußerste Streckung beträgt in der ganzen Wirbelsäule zusammen etwa einen rechten Winkel.

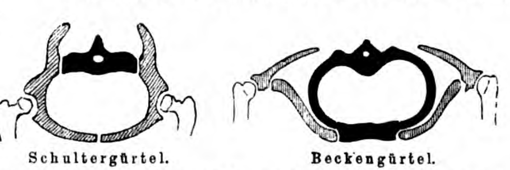
Stammskelett und Gliedmaßengürtel

Die Wirbelsäule im weiteren Sinn, zu der oben der Schädel, unten das Kreuz- und Steißbein hinzugehört (denn Schädel sowohl wie Kreuzbein sind durch die Verschmelzung von Wirbeln entstanden zu denken) — die Wirbelsäule in diesem weiteren Sinn, samt dem Brustkorb, bildet das Stammskelett und wird als solches gegenübergestellt dem Skelett der Gliedmaßen.

Zu diesem letzteren rechnet man nicht bloß die festen Teile der frei beweglichen Hauptabschnitte von Armen und Beinen, sondern auch Knochenstücke, welche am lebenden Menschen noch innerhalb des Rumpfes verborgen liegen und erst durch das Studium des Skelettes den Gliedmaßen zugeteilt werden konnten. Es sind dies die sogen. Gürtel der Gliedmaßen: der Schultergürtel und der Beckengürtel. Beide haben für ihre Gliedmaße die gleiche Bedeutung, die Verbindung mit dem Stammskelett herzustellen; die Art, wie sie das thun, ist aber ebenso verschieden, wie die mechanischen Aufgaben der beiden Gliedmaßen.

Vergleichende Mechanik der unteren und der oberen Gliedmaßen

Die untere Gliedmaße ist das Stütz- und Fortbewegungsorgan, und zwar ein so vorzügliches, dass sie dem Menschen den aufrechten Gang gestattet und ihn dadurch zum Herrn der Schöpfung macht.



Schultergürtel. Beckengürtel.
Das Stammskelett schwarz, der Gliedmaßengürtel schraffiert, das Anfangsstück der freien Gliedmaße unschraffiert.

Die obere Gliedmaße ist das Greif-Organ und als solches ebenfalls von so hoher Vollkommenheit, dass sie mit Hilfe von Meißel und Pinsel zum Werkzeug werden konnte, durch welches der menschliche Geist seine erhabensten Gedanken im Kunstwerk auszudrücken vermag.

Eine so bestimmt ausgeprägte Verschiedenheit der Funktion lässt auch eingreifende Unterschiede in dem anatomischen Bau des Apparates erwarten; und solche finden sich auch, trotz der ursprünglichen Übereinstimmung der Anlagen.

Für die Vollkommenheit des Greifapparates war die erste Bedingung freie Beweglichkeit nach allen Richtungen und dieser dient bereits der Aufhänge-Gürtel des Arms; er berührt das Stammskelett nur in einem kleinen Gelenk und wird im übrigen, frei verschiebbar, durch Muskeln getragen.

Der Fortbewegungsapparat dagegen, zumal wenn er der alleinige ist und auf jede Mithilfe der Vordergliedmaßen verzichtet, bedarf vor allem eine innige Verbindung mit dem Stammskelett, damit die gewaltige Körperlast, die er tragen soll, eine sichere Stütze findet. Der Befestigungsgürtel des Beines ist dementsprechend nicht lose umgelegt, wie der des Armes, er fügt sich dem Stammskelett vielmehr so innig ein, dass er zu einem integrierenden Bestandteil desselben wird, die Wände der Leibeshöhle mit bilden hilft und die letztere nach unten zu abschließt. Hüftknochen und Kreuzbein bilden zusammen das Becken.

Kreuzbein

Das Kreuzbein (Os sacrum, 25, Fig. 9, 11, 13) stellt, obgleich es durch die Verschmelzung von 5 Wirbeln mit allem Zubehör an Bögen und Rippen entstanden ist, beim Erwachsenen doch einen einzigen Knochen dar. Es ist von oben nach unten verjüngt und zugleich mit nach vorn gekehrter Konkavität schaufelförmig gebogen. Der obere nach vorn geneigte Teil, der breit und stark ist, steht nach oben mit dem 5. Lendenwirbel in Verbin dung; derselbe Teil ist es, in welchem die Wirbelsäule mit dem Gürtel der unteren Gliedmaßen, d. h. mit den Hüftknochen, sich vereinigt, zur Bildung des Beckens.

Hüftbein

Der untere Gliedmaßengürtel nämlich besteht jederseits aus einem einzigen Knochen, dem Hüftbein (Os coxae). Wie sich in der Profilansicht (Fig. 11) zeigt, ist es eine sanduhrförmig eingezogene Knochenplatte, deren oberer Teil (Darmbein) zu dem unteren (Schambein und Sitzbein) derartig windschief gedreht ist, dass man bei der Ansicht von vorn (Fig. 9) gleichzeitig auf die innere Fläche des oberen und auf die äußere Fläche des unteren Teiles sieht. Beide Hüftknochen sind vorn in der Mittellinie durch die Schambeinfuge (Symphysis ossium pubis) nahezu unbeweglich mit einander vereinigt. Ebenfalls fast unbeweglich ist die Verbindung des Kreuzbeins mit den beiden Hüftknochen.

Becken

So wird aus diesen drei festvereinigten Stücken ein einheitlicher Knochenring hergestellt: das Becken (Pelvis), welches vollkommen geeignet ist, als Grundlage für den gesamten Oberkörper zu dienen und diesen auf den beiden tragenden Stützen zuverlässig zu befestigen. Die Hüftgelenke, in denen diese Befestigung geschieht, sind Kugelgelenke mit sehr festem Schluss. Wir wollen hier vorläufig nur eine der verschiedenen in denselben ausführbaren Bewegungen in die Betrachtung ziehen, die Bewegung um die als Hüftenlinie bezeichnete, durch beide Gelenke querverlaufende Achse, nämlich: Beugung und Streckung des Beckens auf den feststehenden Beinen. Diese Bewegung ist es, welche die Stellung des Beckens je nach der Haltung des Oberkörpers reguliert, und somit haben wir nun die Unterlage gewonnen, um zurückgreifend die Krümmung der Wirbelsäule im Zusammenhang mit der Stellung des Beckens kurz erörtern zu können.

Aufrechte Körperhaltung

Die Aufgabe, die in der aufrechten Körperhaltung gelöst wird, ist die, dass der Schwerpunkt des Rumpfes senkrecht über einem durch die Berührungspunkte beider Fußsohlen umschriebenen Gebiet des Bodens gehalten werde; aber nicht in unveränderlicher Lage, sondern so, dass er zum Zweck mechanischer Mitwirkung der Schwerkraft bei den Bewegungen, willkürlich vor- und zurückverlegt werden kann. Die mittlere Haltung, die sich daraus ergiebt, wäre die, bei der derjenige Punkt des Beckenringes, durch welchen die Schwerlinie des Oberkörpers geht, über der Hüftenlinie in labilem Gleichgewicht schwebend erhalten würde.

Der Körper des Neugeborenen ist dazu noch nicht eingerichtet. Seine Wirbel-

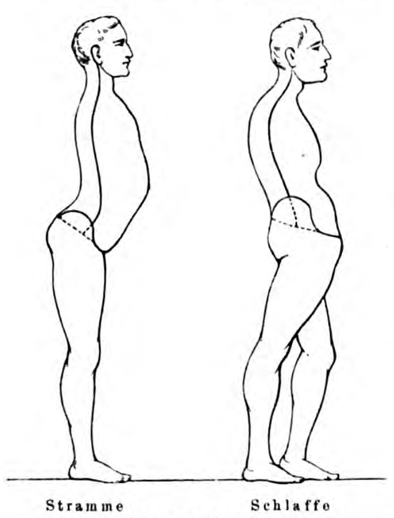
säule zeigt die Krümmungen nur andeutungsweise, namentlich fehlt ihr die starke Biegung im Lendenteil. Wird vom Säugling das Becken über den Beinen in die richtige Stellung gebracht, um getragen zu werden, so steht der Oberkörper mit seiner geraden Wirbelsäule horizontal nach vorn und das Kind muss auf allen Vieren gehen. Wollte es sich aufrecht stellen, so müsste es seine Wirbelsäule so weit zurückbiegen, dass der Schwerpunkt des Oberkörpers senkrecht über die Hüftenlinie und zugleich über die Unterstützungsfläche der Füße kommt. Das ist die Aufgabe, welche das Kind beim Gehenlernen zu lösen hat. Anfangs versucht es, den Körper aufzurichten durch Drehung des Beckens nach hinten, und fällt dann jedesmal hintenüber. Erst allmählich lernt es, den Oberkörper allein nach hinten zu biegen, ohne das Becken aus seiner nach vorn geneigten Stellung zu bringen.

Die aufrechte Körperhaltung ist demnach nur dadurch möglich, dass das Becken nach vorn geneigt, die Wirbelsäule dagegen im Lendenteil hintenüber gebogen wird. Sehen wir uns nun diese Stellung beim Erwachsenen genauer an.

Denken wir uns in den stramm stehenden Körper eines Soldaten eine gerade Linie hinein vom Kopfgelenk zur Steißbeinspitze, so schneidet diese die vordere Fläche der Wirbelsäule dreimal: sie tritt aus durch den 6. Halswirbel und liegt in der Brust vor den Wirbeln; ungefähr durch den 9. Brustwirbel wieder eintretend, läuft sie hinter den Lendenwirbeln herab, um durch die Mitte des Kreuzbeins wieder auszutreten und endlich die Spitze des Steißbeins zu berühren. Das Becken ist bei demselben Soldaten derart nach vorn gedreht über den senkrecht stehenden oder selbst etwas nach hinten geneigten Beinen, dass die Steißbeinspitze in einer Horizontalen mit dem oberen Rand der Schambeinfuge (*t*) und dieser gleichzeitig in einer senkrechten Ebene sich befindet mit den beiden vorderen oberen Darmbeinstacheln (*n*, Fig. 11).

Diese Haltung von Wirbelsäule und Becken wird von vielen Anatomen als die normale bezeichnet. Die alltägliche Beobachtung lehrt aber, dass zahlreiche verschiedene Haltungen vorkommen und dass es willkürlich wäre, eine bestimmte als die normale hervorzuheben. Denn auch der Soldat wird, sobald »rührt euch« kommandiert ist, nicht mehr »stramm stehen«, sondern durch eine geringe Vornüberneigung der Wirbelsäule und Hintenüberdrehung des Beckens, sich's bequemer machen. Also nicht einmal bei demselben Individuum bleibt die Haltung immer die nämliche, noch viel weniger ist sie bei verschiedenen Personen gleich. Im Gegenteil beruhen vorzugsweise auf ihren Variationen die mannigfaltigen Typen der ganzen Erscheinung, denen wir im Leben und in illustrierten Zeitungen begegnen.

Stramme und schlaffe Körperhaltung



Stramme Schlaffe
Körperhaltung.
Krümmung der Wirbelsäule und Beckenneigung sind eingezeichnet.

Denn es ergiebt sich aus den angestellten Betrachtungen von selbst, dass Krümmung der Wirbelsäule und Drehung des Beckens in einem sich gegenseitig ausgleichenden Verhältnis stehen. Aus der strammen Haltung des Soldaten, bei welcher der durch Streckung der Wirbelsäule zurückgedrängte Schwerpunkt infolge starker Vorwärtsneigung des Beckens gleichwohl vor die Hüftenlinie tritt und die

Schwerlinie des ganzen Körpers in den vorderen Teil des Fußes fällt, wird die schlaffe Haltung einfach dadurch, dass die Wirbelsäule durch Abflachung der Hals- und der Lendenkrümmung sich nach vorn beugt, das Becken aber durch Rückwärtsdrehung in den Hüften den Schwerpunkt hinter die Hüftenlinie zurücksinken und die Schwerlinie des ganzen Körpers in die Ferse fallen lässt.

Stramme Haltung

In der äußeren Erscheinung kennzeichnet sich die stramme Haltung dadurch, dass die Brust heraustritt, Kopf und Becken zurückgehalten werden und die Füße wieder vorstehen, sodass in der Profilansicht von der Brust abwärts durch Hüfte und Knie ein nach hinten konvexer Bogen gelegt werden könnte, der im Fußballen den Erdboden trifft. Sie hat etwas Herausforderndes, und das ist wohl begründet. Denn sie ist nicht nur der Ausdruck einer in Aktion gesetzten kräftigen Muskulatur, ohne welche sie nicht zu Stande kommen kann, sondern durch die Vorwärtsschiebung des Schwerpunktes droht sie gewissermaßen mit einer nach vorn gerichteten Bewegung und kommt einem etwaigen Angriff mutig entgegen.

Schlaffe Haltung

Ein Mensch dagegen, welcher den Kopf und namentlich das Gesicht vortreten lässt, die Brust einknickt, sodass sie hinten als Buckel erscheint, den Bauch vorstreckt und mit den Füßen wieder mehr zurücksteht, der kann physisch nicht imponieren. Seine Haltung schließt durch den zurückverlegten Schwerpunkt eine drohende Vorwärtsbewegung ganz aus; sie macht den Körper unfähig, einem kräftigen Angriff von vorn Widerstand zu leisten, und weicht vor der Gefahr feige so weit zurück, als es ohne gänzliches Aufgeben der Position überhaupt möglich ist. Überdies ist sie das Bild allgemeiner Muskelerschlaffung. Denn der Oberkörper ist in sich zusammengesunken, und das Becken hängt mit zurückliegendem Schwerpunkt ebenfalls passiv in den in äußerster Streckung befindlichen Hüftgelenken und wird von den starken Bändern der vorderen Kapselwand (Ligamentum iliofemorale) getragen. Der ganze Körper von den Oberschenkeln aufwärts bildet eine einzige dem Gesetz der Schwere überlassene Masse, und die ganze Muskelthätigkeit, die erfordert wird, ist, die Knie- und Fußgelenke vor dem Einknicken zu sichern, — was denn auch bei solchen Gestalten oft schlecht genug geschieht.

Individuelle Verschiedenheiten

Das sind die beiden Extreme und zwischen diesen bewegen sich in unzähligen Übergangsformen die Haltungen der verschiedenen Individuen und auch desselben Individuums in verschiedenen Zuständen. Keine derselben ist absolut schön; sondern nur insoweit sie der jeweiligen Situation entspricht. Dieselbe in die Brust geworfene Haltung, die bei einem kämpfenden Helden zu der Erregung von Bewunderung und Grauen beitragen kann, würde an einem Apollino widersinnig und unschön sein.

Starkes Vorwärtsneigen des Beckens deutet bei allen Menschen die Vorbereitung zum Vorwärtsgehen an, beim ruhigen Stehen dagegen nähert sich die Haltung mehr oder weniger der schlaffen. Mit dem Stehen auf einem Bein (welches dann als Standbein bezeichnet wird), bei lose aufgesetztem anderen (dem sogen. Spielbein), verhält sich's ähnlich. Zu der Drehung des Beckens nach hinten tritt hier noch eine Senkung desselben auf der nicht unterstützten Körperseite. Das Becken hängt nach hinten und zugleich nach der anderen Seite; die Hüfte des Standbeines tritt seitlich stark vor.

Stammes-Verschiedenheiten

In dem Grad der gewohnheitsmäßigen Beckenneigung und Körperhaltung bestehen individuelle Unterschiede. Innerhalb desselben Stammes sind sie weniger augenfällig, Angehörige verschiedener Nationalitäten dagegen können dadurch charakterisiert sein. Die Deutschen zeichnen sich, wie es scheint, durch eine Anlage zur »strammen« Haltung aus, die nicht erst durch das Exerzierreglement entstanden ist. Die romanischen Völker dagegen neigen mehr zur »schlaffen« Haltung hin, und es ist darin vielleicht zum Teil das Gefällige der Bewegung begründet, das den Franzosen vor uns eigen. Denn auch die Idealgestalten der antiken Bildwerke zeigen im

allgemeinen eine Körperhaltung, die sich der schlaffen nähert und die dennoch ihre Schönheit nur erhöht. Freilich handelt es sich in ihnen größtenteils um Darstellungen ruhiger Beschaulichkeit oder doch nur mäßig bewegter Handlung und für solche ist die schlaffe Haltung die natürliche. Unschön würde sie nur da erscheinen, wo die zugemutete Kraftentwicklung stärker aufgerichtete Körper verlangt oder wo sie in der oben geschilderten, hochgradigen Form auftritt, die das sichere Fortbestehen der aufrechten Körperhaltung überhaupt in Frage stellt. Solche extreme Grade pflegen die Karrikaturenzeichner unserer Witzblätter dem bekannten Typus des ängstlichen Juden zuzuteilen.

Muskeln des Stammes.

Die Muskulatur des Rumpfes kann gesondert werden in 1) diejenigen Muskeln, welche zwischen Teilen des Stammskelettes verlaufen, und 2) diejenigen, welche zwar vom Stammskelett entspringen, sich aber an Knochen der Gliedmaßen ansetzen. Die letzteren sind die oberflächlicheren und für die Modellierung der äußeren Form die wichtigeren. Dieselben können aber natürlich erst im Zusammenhang mit dem Skelett der Gliedmaßen studiert werden. Wir fassen deshalb hier zunächst nur die erstere Gruppe ins Auge, die Muskeln des Stammes, durch deren Thätigkeit die oben geschilderten Bewegungen der Wirbelsäule zu Stande kommen und die Haltung des Rumpfes bedingt wird.

Rückgratstrecker

Die Strecker der Wirbelsäule und dadurch Aufrichter des Rumpfes sind die langen Rückenmuskeln, welche zu beiden Seiten des Rückgrats vom Becken bis zum Schädel verlaufen und auf diesem Wege an allen Dornfortsätzen, Querfortsätzen und Rippen sich ansetzen. Es ist jene im allgemeinen cylindrische Muskelmasse, welche am Rehziemer verspeist wird und am menschlichen Rumpfe noch kräftiger entwickelt ist, als bei den Vierfüßern. Sie liegt am Brustkorbe in der Rinne, welche jederseits zwischen Rückgrat und Rippenwinkeln eingefasst liegt, in Fig. 13 also zwischen den mit den Ordnungszahlen der Wirbel versehenen Dornfortsätzen und den mit *d*, *e*, *f*, *g* bezeichneten Stellen der Rippen (vgl. auch Holzschn. S. 66). Diese Rippenwinkel wie auch die Rückwärtsrichtung der Querfortsätze und das Vortreten der Wirbelkörper in den Brustraum hinein, dies alles entwickelt sich erst mit dem aufrechten Gang und durch die Wirkung der Rückgratstrecker, welche zum Zweck der Aufrichtung des Rumpfes an Rippen und Querfortsätzen anfassen. Die infolge dieser Einwirkung sich ausbildende Rückwärtsknickung der Rippen und Vorwärtsdrängung der Wirbelkörper sind die Ursache, warum der Mensch, im Gegensatz zu den Säugetieren, einen so breiten und flachen Rücken besitzt, der es ihm gestattet, auf dem Rücken zu liegen und in dieser Stellung auszuruhen.

Die Rückgratstrecker sind von einer starken Binde (Fascia lumbodorsalis, *X*, Fig. 14) eingeschlossen und treten im Lendenteil als gewaltiger Wulst zwischen Rückgrat und Weichen auch am Lebenden deutlich vor. Weiter nach oben liegen sie unter den Muskeln des Schultergürtels mehr in der Tiefe verborgen und treten erst kurz vor ihrem Ansatz am Hinterhaupt als tiefe Nackenmuskeln wieder mitbestimmend in die äußere Form. Ihr Ursprung am Becken geschieht durch eine derbe Sehne, die am hinteren Teil des Darmbeinkammes (von *h'* bis *i*) und am oberen Teil der hinteren Kreuzbeinfläche festgewachsen ist.

Kreuz

Das mittlere Gebiet der hinteren Fläche des Kreuzbeins (zwischen *i* und 25', Fig. 13, 14) liegt unmittelbar unter der Haut. Dadurch, dass in diesem Gebiet und besonders an seinen Grenzen das Unterhautgewebe straff ist und weniger zu Fettab-

lagerung neigt, entsteht ein gegen die Umgebung mehr oder weniger deutlich abgesetztes dreieckiges Feld (Sacraldreieck). Die untere Ecke entspricht dem unteren Ende des Rückgrats (25′), sie läuft in der Regel spitz aus und setzt sich in den Beginn der Gesäßspalte fort. Die beiden oberen Ecken, rechts und links, pflegen je durch ein Grübchen markiert zu sein; entsprechend dem hinteren oberen Darmbeinstachel (*i*), weil an diesem die Haut besonders fest angeheftet ist und fast kein Fett aufnimmt. Bisweilen ist die obere, wagrechte Seite des Dreiecks in einem stumpfen Winkel geknickt, dessen Spitze sich nach oben in die Mittelfurche des Rückens, zwischen den Rückenstreckern, fortsetzt, sodass aus dem Dreieck ein rautenförmiges Feld wird (Kreuzraute). Beim weiblichen Geschlecht pflegt die beschriebene Oberflächengestaltung deutlicher zu sein als beim männlichen, obwohl auch hier wenigstens die Grübchen an den Darmbeinstacheln selten ganz vermisst werden. Die Rautenform des Sacralfeldes kommt in ausgesprochener Weise wohl nur bei Frauen vor; sie kann sich bei breitem Bau des Beckens bis zur Gestalt eines nur wenig verschobenen Vierecks mit senkrecht verlaufender Diagonale verbreitern. Die nach unten gekehrte Spitze des Sacralfeldes liegt dicht über der Gesäßspalte und entspricht dem Ende des Kreuzbeingrats, welches zugleich das Ende des Rückgrats ist. Denn weiter abwärts, vom fünften Kreuzwirbel ab, sind keine Wirbelbögen mehr vorhanden; an das Ende des Kreuzbeins schließen sich noch einige, in der Regel vier verkümmerte Wirbelkörper an, die als Steißbein (Os coccygis, 26) das Überbleibsel der Schwanzwirbelsäule darstellen.

Steißbein

Beuger des Rumpfes

Die Beugemuskulatur des ganzen Rumpfes ist schwächer als die geschilderte Streckmuskulatur, und das ist hier ebenso verständlich wie das gleiche Missverhältnis am Halse. Der Rumpf befindet sich bei aufrechter Stellung in einem nach hinten überstreckten Zustande, die Last zieht nach vorn und führt, sobald die aufrichtende Muskulatur nachlässt, die Beugung auch ohne Muskelmitwirkung herbei. Gleichwohl ist wenigstens im Bauchteil eine vordere Muskulatur vorhanden und hat zwei Aufgaben: einmal den Oberkörper beliebig über dem Becken zu bewegen, entsprechend der oben geschilderten Beweglichkeit der Wirbelsäule (s. S. 69); und zweitens den Raum der Bauchhöhle zu verengern, deren vordere und seitliche Wandungen sie ganz allein ausmacht. Sie besteht aus einem vorderen und drei, sich nahezu deckenden, seitlichen Muskeln. Am Brustkorb ist die entsprechende vordere Stammmuskulatur auf die Zwischenrippenmuskeln reduziert, welche wir nicht zu berücksichtigen brauchen.

Gerader Bauchmuskel

Der gerade Bauchmuskel (M. rectus abdominis, *O*, Fig. 10) verläuft jederseits neben der Mittellinie vom Schambein zum Brustkorb und setzt sich hier an die dicht neben einander liegenden Knorpel der 5., 6. und 7. Rippe, zu beiden Seiten des Schwertfortsatzes. Er würde sehr lange Muskelfasern haben, wenn er nicht wiederholt durch Querbänder von Sehnensubstanz unterbrochen wäre: die sehnigen Inskriptionen (*O′*), deren sich drei ganz regelmäßig vorfinden, die unterste wenig unterhalb des Nabels. Bei der Zusammenziehung verdicken sich nur die Muskelabschnitte und treten zwischen den durch die Zwischensehnen bedingten Einziehungen gewölbt vor. Das bedingt die bekannte Modellierung der Bauchoberfläche bei kräftig bewegten Gestalten. Der Muskel wird vom Schambein bis in die Höhe des Nabels allmählich breiter, bleibt oberhalb des Nabels zunächst gleichmäßig breit, um von da ab, wo sein äußerer Rand den Knorpelrand des Brustkorbes überschreitet, wiederum breiter zu werden.

Schiefer Bauchmuskel

Der äußere schiefe Bauchmuskel (M. obliquus externus abdominis, *N*) entspringt von den acht unteren Rippen mit Zacken, welche sich oben mit denen des Sägemuskels (*M*), unten mit denen des breiten Rückenmuskels (*L*) begegnen; seine Faserrichtung läuft von oben und außen nach unten und innen schräg absteigend.

Er nimmt die ganze Ausdehnung der Weichen ein und setzt sich mit seinem

hinteren Teil an dem Darmbeinkamm an (Fig. 12). Auf der Vorderfläche des Bauches geht er in eine membranartige Sehne (Aponeurose) über, entsprechend einer Linie, die senkrecht vom Brustkorb herab verläuft, um in der Höhe des vorderen oberen Darmbeinstachels (*l''*, Fig. 10) nach außen umzubiegen. Die entlang dieser Linie entstandene platte Sehne läuft über den Bauch nach der Mitte zu weiter und bildet mit tieferen Lagen zusammen eine Scheide, in der der gerade Bauchmuskel eingeschlossen liegt und durch deren vordere Wand er in Fig. 10 durchschimmert. In der Mittellinie verschmelzen die Sehnen der schiefen Bauchmuskeln der beiden Seiten und bilden dadurch einen derben Bindegewebsstreifen (Linea alba), der vom Schwertfortsatz (*k*) bis zur Schambeinfuge herabreicht. Zwischen dem vorderen oberen Darmbeinstachel und dem Schambein kann die Sehne des schiefen Bauchmuskels keinen Ansatz am Skelett gewinnen, weil hier der Lendenmuskel sowie die Blutgefäße für die untere Gliedmasse aus der Bauchhöhle zu dem Oberschenkel herabtreten. Daher verdickt sich die Sehne hier zu einem starken Bande (Leistenband oder POUPART'sches Band, *N'*, Fig. 10), welches, vom Darmbeinstachel zum Schambein gespannt, dem Abschluss der unteren Bauchgegend einen sicheren Halt giebt. Äußerlich wird es durch die Leistenfurche markiert, die Grenze zwischen Bauch und Oberschenkel.

Samenstrang

Oberhalb des Leistenbandes tritt der Samenstrang (*N''*), vom Hoden heraufkommend, durch die Sehne des schiefen Bauchmuskels nach innen und bildet hier die äußere Öffnung des Leistenkanals, den Leistenring, durch den sich unter Umständen Eingeweideteile aus der Bauchhöhle herausdrängen (Leistenbruch, Hernia inguinalis).

Hebemuskel des Hodens

Der innere schiefe Bauchmuskel liegt unter dem äußeren verborgen, in Fig. 14 wird er hinter dessen hinterem Rande in *R* sichtbar. Seine Verlaufsrichtung kreuzt sich mit derjenigen des äußeren unter rechtem Winkel, ist schräg aufsteigend.

Durch die Leistenöffnung treten einige Bündel des inneren schiefen Bauchmuskels hervor, verlaufen am Samenstrang herab und biegen um den Hoden schlingenförmig um. Dies ist der Hebemuskel des Hodens (M. cremaster), welcher bei bedeutender Anspannung aller Körperkräfte mit erregt wird und den Hoden innerhalb des Hodensackes nach oben zieht; so z. B. beim Borghesischen Fechter.

Wirkung der Bauchmuskeln

Was die Wirkung anlangt, so ist der gerade Bauchmuskel geeignet, den Oberkörper nach vorn zu beugen.

Die schiefen werden, wenn sie auf beiden Seiten gleichzeitig wirken, ebenfalls nach vorn beugen, dagegen bei einseitiger Zusammenziehung die Biegung nach der Seite ausführen, welche ja, wie wir sahen, gerade in der Bauchwirbelsäule in hervorragendem Maße gestattet ist.

Außerdem fällt allen Bauchmuskeln gemeinsam noch die Aufgabe zu, in Zusammenwirkung mit dem Zwerchfell die Eingeweide der Bauchhöhle unter einen starken Druck zu setzen, eine Zusammenwirkung, die als »Bauchpresse« bezeichnet und im Haushalt des Körpers zur Entleerung des Inhalts der Eingeweide nach außen verwendet wird. Auch beim Geburtsakt kann dieselbe zur Ausstoßung der Frucht willkürlich zu Hilfe genommen werden, um die unwillkürlichen Zusammenziehungen der Gebärmutter, die sogen. Wehen, zu unterstützen.

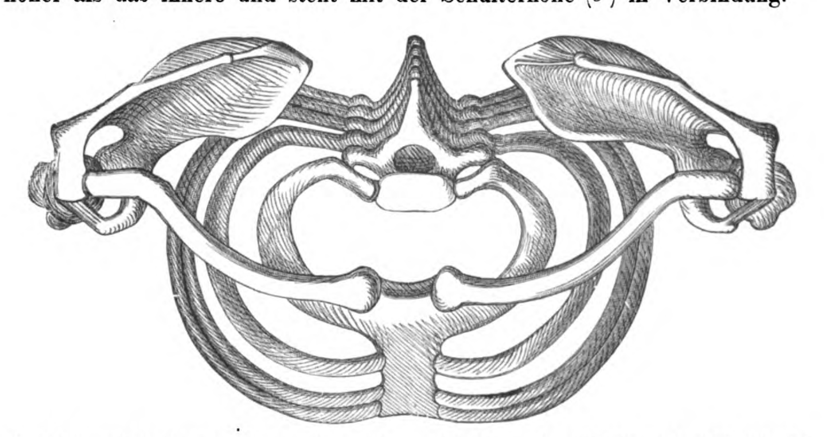
OBERE GLIEDMASSEN.

Schultergürtel.

(Fig. 9 bis 15).

Der Schultergürtel besteht jederseits aus zwei Knochen, dem Schlüsselbein und dem Schulterblatt, und ist an denjenigen Teil des Stammskelettes angelegt, welcher am vollkommensten entwickelt ist, an den Brustkorb. Beide Teile, Brustkorb und Schultergürtel, bewahren bei ihrer Verbindung ihre volle Selbständigkeit. *Schultergürtel*

Das Schlüsselbein (Clavicula, *a*) ist ein schlanker Knochen, mit seinem inneren Ende an der oberen Ecke des Brustbeins eingelenkt. Von da nach außen folgt er in seiner Krümmung zunächst der Wölbung des Brustkorbes. An der Stelle aber, wo er über den Schulterhaken (*b''*) tritt, biegt er aus dieser nach vorn konvexen Krümmung in eine nach vorn konkave um und wird zugleich platt. Sein äußeres Ende liegt etwas höher als das innere und steht mit der Schulterhöhe (*b'*) in Verbindung. *Schlüsselbein*



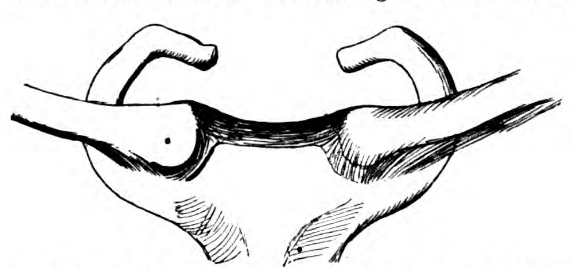
Brustkorb mit dem Schultergürtel, von oben gesehen, nach Entfernung des Schädels und der Halswirbelsäule. Der Körper ist vornüber geneigt gedacht, sodass das Rückgrat nach oben, das Brustbein nach unten schaut. Nach Henke.

Das Schulterblatt (Scapula, *b*) ist ein platter Knochen von etwa dreieckiger Gestalt; es hat demnach drei Ränder und drei Winkel. Der untere Winkel ist ein spitzer und wird bisweilen Spitze des Schulterblattes genannt. Die Ränder werden nach ihren Lagebeziehungen als oberer Rand, Achselhöhlenrand und Wirbelrand bezeichnet, die Winkel als innerer, äußerer und unterer. Der äußere Winkel ist der Gelenkfortsatz, der die Pfanne des Schultergelenks bildet. Von der Wurzel des Gelenkfortsatzes biegt sich ein rechtwinklig geknickter Zapfen vor das Gelenk her, der Rabenschnabelfortsatz oder Schulterhaken (*b''*, Fig. 9). An der hinteren Fläche *Schulterblatt*

erhebt sich in einer horizontalen Linie die Schultergräte oder der Schulterkamm (Spina scapulae, *b''*, Fig. 11, 13) nach außen und oben, wölbt sich über das Schultergelenk frei nach vorn und bildet die Schulterhöhe (Acromion, *b'*), mit welcher das Schlüsselbein in Verbindung steht. Schlüsselbein und Schulterkamm sind in ihrem ganzen Verlauf unter der Haut durchzufühlen.

Beweglichkeit des Schultergürtels

Die Beweglichkeit des Schultergürtels ist vorwiegend an das Gelenk des Schlüsselbeins mit dem Brustbein gebunden. Die Bewegung ist Hebung und Senkung des Schlüsselbeins um eine von hinten nach vorn durch das am Brustbein angeheftete Ende des Schlüsselbeins zu denkende Achse (s. nebenst. Holzschn.). Zu dieser Bewegung kommt eine zweite, aber viel kleinere, zwischen Schlüsselbein und Schulterblatt, um eine ebenfalls von hinten nach vorn verlaufende Achse. Aus beiden summiert sich die gewöhnliche Bewegung des Gürtels, Hebung und Senkung der Schulter, wobei das Schulterblatt sich um eine durch seine Mitte von hinten nach vorn verlaufende Achse dreht, in der Art, dass bei Hebung der Schulter sein Achselhöhlenrand senkrecht zu stehen kommt und der untere Winkel seitwärts neben dem Brustkorb hervortritt, bei Senkung dagegen sein Wirbelrand senkrecht zu stehen kommt und der untere Winkel sich dem Rückgrat nähert (siehe Fig. 13 und 14).



Gelenk des Schlüsselbeins am Brustbein. Das obere Ende des Brustbeins mit den beiden ersten Rippen und den vorderen Enden der Schlüsselbeine. Im rechten Schlüsselbein bezeichnet ein Punkt die Lage der Achse, um welche Hebung und Senkung des Schlüsselbeins erfolgt.

Hohe und niedere Schultern

Die gewohnheitsmäßige Mittellage der Stellung der Schultern ist individuell sehr verschieden, bei den meisten Menschen mäßig gesenkt, bei manchen in äußerster Senkung, oder aber hoch erhoben. Darauf beruht die Verschiedenheit im Aussehen des Oberkörpers bei verschiedenen Personen, welche in den nebenstehenden Skizzen (nach HENKE) angedeutet ist. Der gesenkt getragene Schultergürtel lässt die Schultern nieder und schmal, den Hals lang erscheinen, umgekehrt entsteht durch hochgestellten Schultergürtel das, was man »untersetzt« nennt: hohe, breite Schultern und kurzer Hals.

Niedere Schultern. Hohe Schultern.

Muskeln des Schultergürtels

Die Bewegung des Schultergürtels ist für die freie Beweglichkeit der oberen Gliedmaßen nicht unwesentlich, sie vermehrt den Umfang von Hebung und Senkung des Armes um reichlich einen rechten Winkel. Für diese beiden Bewegungen sind die Muskeln der Schulter vorwiegend eingerichtet.

Hebung, Kappenmuskel

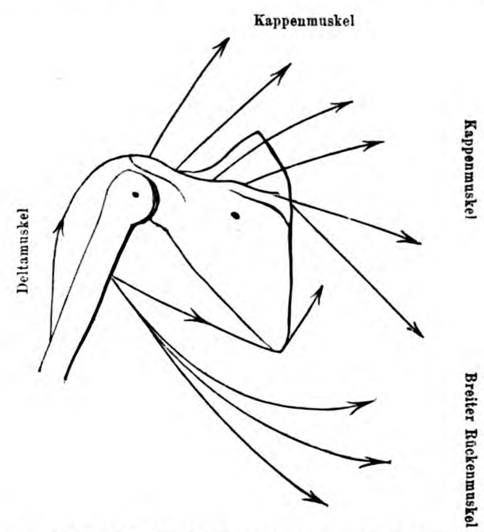
Die Hebung der Schulter besorgt der Kappenmuskel oder trapezförmige Muskel (M. trapezius, Fig. 10, 12, 14, 15). Er entspringt am Rückgrat, vom Hinterhaupt angefangen bis zum 12. Brustwirbel, und setzt sich am oberen Rand des Schulterkammes, der Schulterhöhe, und des äußeren Drittels des Schlüsselbeins fest.

Trotz dieser ausgedehnten Ansatzlinie wirken alle seine Fasern in demselben Sinn: sie drehen das Schulterblatt um eine von hinten nach vorn verlaufende Achse, derart, dass die Schulter emporsteigt; vgl. das nebenstehende Schema.

Für die äußere Form kommen zwei kleine Sehnenplatten des Kappenmuskels in Betracht. Die eine in der Mitte des Ursprungs am Rückgrat, in der Gegend des 7. Hals- und 1. Brustwirbels, die andere am Rand des Ansatzes am inneren Ende des Schulterkammes (vergleiche Fig. 14). Da auf ihnen die Haut fester angeheftet ist und weniger Fett ansetzt, als in der Umgebung, so bedingen diese Sehnenplatten sanfte Einziehungen des Oberflächenreliefs.

Senkung, breiter Rückenmuskel

Die Senkung der Schulter geschieht durch den breiten Rückenmuskel (M. latissimus dorsi, *L*), welcher sich jedoch nicht am Schultergürtel ansetzt, sondern unter dem Schultergelenk hinweg direkt zum Oberarmknochen geht. Er entspringt in einer ausgedehnten Linie, die unten an der 10. Rippe neben der untersten Sägemuskelzacke beginnt, über die 11. und 12. Rippe an den oberen Rand des Darmbeins (*h* bis *h'*, Fig. 13, 14) tritt, dann auf die große Lenden-Rückenbinde (*X*) und von dieser allmählich an die Dornfortsätze der oberen Bauch- und unteren 5 bis 6 Brustwirbel gelangt. Anfangs in dünner Lage, läuft der Muskel mit konvergierenden Fasern nach oben und außen über den unteren Schulterblattwinkel und den Sägemuskel weg zu einer kurzen Ansatzlinie an der Innenfläche des Oberarmknochens und bildet so mit dem großen runden Armmuskel (*K*) zusammen die hintere Wand der Achselhöhle. Er wirkt auf zwei Bewegungen, nicht nur die des Schulterblattes, sondern auch die im Schultergelenk, beide um Achsen, die von hinten nach vorn verlaufen und daher in dem obenstehenden Schema durch Punkte bezeichnet sind.



Schema der Wirkungsweise der Schultermuskeln. Die Pfeilspitzen bezeichnen die Zugrichtung der betr. Fasern.

Dieselbe Richtung und Wirkung haben zwei Muskeln, die seinen oberen Rand entlang verlaufen, der rautenförmige (*KK*) und der große runde Armmuskel (*K*, Fig. 14); dieselben sind im obenstehenden Schema durch eine Linie mit Pfeilspitzen angedeutet, vom Oberarm zum unteren Schulterblattwinkel und von da frei endigend in der Richtung nach der Wirbelsäule.

Vorwärtsziehung, Brustmuskel

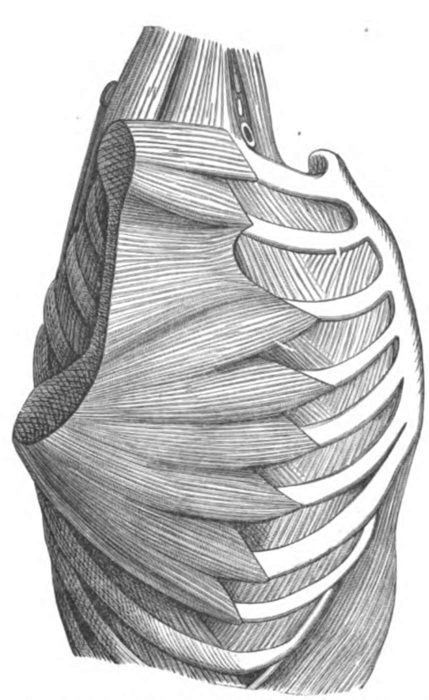
Außer der Hebung und Senkung kann auch die Vorwärtsziehung der Schulter ausgeführt werden, obschon in viel geringerem Umfange als jene. Sie wird bewirkt durch die Brustmuskeln, den großen und den kleinen, in der Art, dass der kleine nur auf den Schultergürtel, der große dagegen auch auf den Arm wirkt.

Der große Brustmuskel (M. pectoralis major, *F* und *F'*, Fig. 10) entspringt von der inneren Hälfte des Schlüsselbeins, vom Brustbein, den Knorpeln der 2.—6. Rippe und der Sehnenplatte der Bauchmuskeln. Seine Fasern konvergieren und die Fasern der unteren Hälfte treten hinter die der oberen, sodass der Muskel in der vorderen Wand der Achselhöhle aus zwei Lagen besteht, die, am unteren Rand ineinander übergehend, einen abgerundeten Wulst bilden, zur vorderen Be-

grenzung der Achselgrube. Der Muskel befestigt sich an der Vorderfläche des Oberarmknochens.

Der kleine Brustmuskel (M. pectoralis minor, *F'*, Fig. 12) liegt hinter dem großen versteckt und wird nur bei starker Hebung des Armes frei. Er entspringt an der 3., 4. und 5. Rippe und befestigt sich am Schulterhaken.

Da nun das Schulterblatt vollkommen frei zwischen die Muskeln gefasst ist und mit dem Stammskelett nur mittelbar durch das Schlüsselbein in Verbindung steht, so bedarf es, gegenüber der Wirkung der geschilderten Muskeln, noch einer Unterstützung. Denn besonders die Muskeln der Hebung und Senkung kommen alle von der Mittellinie des Rückens her, und wenn auch der Kappenmuskel von oben, der breite Rückenmuskel von unten angreift, so ist doch beiden ein Zug nach hinten gemeinsam. Diesem wirkt der Sägemuskel (*M*, Fig. 12) entgegen, er hält das Schulterblatt fest und ersetzt gewissermaßen die fehlende Gelenkverbindung mit dem Stammskelett. Daneben wirkt sein oberer Abschnitt zur Senkung, der untere, stärkere Teil zur Hebung der Schulter mit. Die Sonderung dieser beiden Aufgaben drückt sich auch im Bau des Muskels aus (s. Holzschn.).



Sägemuskel, durch Abtrennung des Schulterblattes in ganzer Ausdehnung freigelegt. Nach Henke.

Der Sägemuskel (M. serratus anterior, *M*) entspringt an der Seitenfläche des Brustkorbes mit fleischigen Zacken von der 1. bis zur 8. Rippe. Der Muskel verläuft, dem Brustkorbe anliegend, zwischen diesem und dem Schulterblatt nach hinten. Die obersten Zacken setzen sich an den inneren Winkel, die unteren Zacken konvergieren nach dem unteren Winkel des Schulterblattes und setzen sich hier fest. Zwischen diesen beiden Abschnitten, entsprechend der Mitte des Schulterblattes, ist der Muskel sehr dünn und schwach.

An der Oberfläche sichtbar ist nur der untere Abschnitt. Von der 5. Rippe an begegnen sich seine Zacken mit den Ursprüngen des schiefen Bauchmuskels (*N*) und bilden so die sägeförmige Linie, welche dem Muskel seinen Namen gegeben hat.

Die Lähmung des Sägemuskels, welche bei Schwindsüchtigen vorkommt, führt ein flügelähnliches Hervortreten des Schulterblattes aus der Fläche des Rückens herbei. Dies beweist ebenfalls, dass die Aufgabe des Sägemuskels zum Teil darin besteht, das Schulterblatt in seiner senkrechten Stellung festzuhalten, aus welcher die Last des Armes es zu drängen strebt.

Oberarm und Schultergelenk.

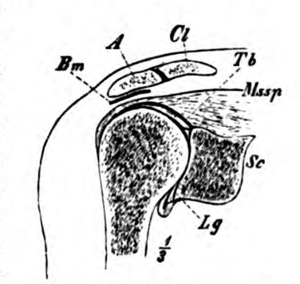
(Fig. 16 bis 23.)

Oberarmknochen

Der **Oberarmknochen** (Humerus, *f*) ist ein rundlicher Röhrenknochen, der an seinem oberen Ende, gleichmäßig anschwellend, einen kugeligen Gelenkkopf trägt, an seinem unteren Ende, durch Abplattung von vorn nach hinten, erheblich breiter wird und so einem quergestellten, cylindrischen Gelenkkopf Raum gewährt. Neben dem oberen Gelenkkopf finden sich zwei **Höcker**, der **große** (*d*) schaut nach außen und hinten, der **kleine** (*e*) nach vorn; neben dem unteren Ende zwei **Knorren**, der **äußere** (*g*) senkrecht abgeschnitten, der **innere** (*h*) stark vorspringend.

Schultergelenk

Das **Schultergelenk**, welches diesen Knochen mit dem Schulterblatt verbindet, ist schon an sich das freieste Gelenk des ganzen Körpers und außerdem wird seine Beweglichkeit in der oben besprochenen Weise noch vermehrt durch die Beweglichkeit des Schultergürtels. Es ist ein Kugelgelenk; eine Halbkugel von $2^1/_2$ cm Halbmesser ruht in einer Pfanne, deren Fläche in ihrer größten Ausdehnung, von oben nach unten, halb so groß ist, als die Fläche der Halbkugel, von hinten nach vorn aber noch beträchtlich kleiner. Zum Schutz ist das Gelenk von einem festen Gewölbe überdacht, welches gebildet wird durch Schulterhöhe (*b'*), Schulterhaken (*b''*) und ein Band, das zwischen beiden ausgespannt ist. Der Gelenkkopf schaut schräg nach oben und innen; eine Senkrechte, die man sich aus dem Mittelpunkt seiner Grundfläche errichtet denkt, steht gegen die Mittellinie hin geneigt und bildet mit dem Horizont einen Winkel von 45°.



Schultergelenk, senkrechter Durchschnitt. Oberflächenkontur der Schulter durch eine Linie angedeutet. *A* Schulterhöhe. *Bm* Schleimbeutel zwischen Schulterhöhe und Gelenkkapsel. *Cl* Schlüsselbein. *Sc* Gelenkfortsatz des Schulterblattes. *Tb* u. *Lg* Gelenkspalt des Schultergelenks.
Nach Pansch

Bewegungen im Schultergelenk

Der Krümmungsmittelpunkt der Gelenkfläche liegt senkrecht unter der Spitze der Schulterhöhe (*b'*), er ist der Drehpunkt des Gelenks. Alle Linien, die sich in ihm schneiden, können als Bewegungsachsen des Oberarms benutzt werden. Gleichwohl wollen wir zur Übersicht drei Achsen herausgreifen:

Hebung und Senkung

1) Um die von hinten nach vorn verlaufende Achse findet **Hebung und Senkung** des Armes statt. Ohne gleichzeitige Bewegung des Schultergürtels würde die Hebung aus der herabhängenden, nicht ganz bis zur horizontal ausgestreckten Stellung des Armes ausführbar sein; durch die Hebung der Schulter wird der Gesamtausschlag etwa verdoppelt. Die Muskeln, welche hier in Betracht kommen, stehen daher in innigstem Zusammenhang mit denen des Schultergürtels und wurden dort teilweise schon erwähnt (vgl. für das Folgende das Schema auf S. 79). Die **Hebung** bewirkt der **Deltamuskel** (M. deltoideus, *A*). Derselbe bildet die genaue Fortsetzung des Kappenmuskels unterhalb des Schulterkammes und Schlüsselbeins; er entspringt von dieser Knochenleiste und sitzt mit vielfach gefiederten Bündeln, zu einer Spitze verjüngt, an der Mitte des Oberarmknochens (bei *f* in Fig. 16) fest.

Die **Senkung** geschieht durch den für Schultergürtel und Oberarm gemeinsamen **breiten Rückenmuskel** (*L*, Fig. 12) und, wenn er mit diesem zugleich wirkt, auch durch den großen Brustmuskel. Ferner durch den **großen runden Armmuskel** (M. teres major, *B*, Fig. 12), der von der Spitze des Schulterblattes entspringt und sich neben dem breiten Rückenmuskel am Oberarm ansetzt.

Rück- und Vorbewegung

2) Die von einer Seite zur andern verlaufende Achse wird vom herabhängenden Arm benutzt z. B. bei den Schwingungen der Arme beim Gehen, beim Kegelschieben,

beim Entgegenstrecken der Hand zur Begrüßung. Diese Achse kann natürlich durch Hebung des Armes nach der Seite aus ihrer horizontalen Lage in die senkrechte übergeführt werden; dann dient sie der Annäherung der beiden Arme vor dem Rumpf, der Umarmung. Für alle Lagen der Achse kann die Bewegung als Rück- und Vorbewegung des Armes bezeichnet werden. Der Muskel, der ihr vorzugsweise dient, ist der große Brustmuskel. Außerdem ein Muskel (*H*, Fig. 10, *C''*, Fig. 23), der vom Schulterhaken zum Oberarm geht und sich an dessen Mitte auf der inneren Seite ansetzt, der Schulterhaken-Armmuskel (M. coraco-brachialis).

Wendung oder Rollbewegung

3) Die dritte Achse liegt im Arm selbst und kann daher mit ihm in alle Lagen übergeführt werden. Sie dient der Rotation oder Rollbewegung, d. h. der Wendung des Armes um seine eigene Achse. Sie ist als gerade Linie zu denken vom Drehpunkt des Oberarmkopfs herab durch den Mittelpunkt des Köpfchens am unteren Ende des Oberarms, an welchem die Speiche artikuliert. Ihr weiterer Verlauf durch den Vorderarm wird weiter unten zu besprechen sein.

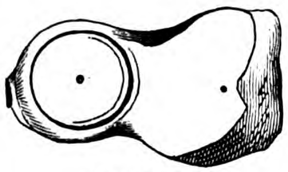
Die Rotation des Oberarms kann im Umfang von reichlich einem rechten Winkel ausgeführt werden, und zwar von Muskeln, welche von der vorderen und hinteren Fläche des Schulterblattes entspringen, dem Schultergelenk dicht anliegen und sich an den kleinen und den großen Höcker des Oberarmknochens ansetzen. Nach vorn und einwärts dreht der Unter-Schulterblattmuskel, nach hinten und auswärts der Unter-Grätenmuskel. Beide liegen in der Tiefe versteckt und kommen für uns nicht in Betracht.

Vorderarm und Ellbogen.

Elle und Speiche

Der Vorderarm mit seinen beiden Knochen, der Elle (Ulna) und Speiche (Radius), bildet nicht ein einfaches Zwischenglied zwischen Oberarm und Hand, sondern ist in sich noch einmal gegliedert in der Art, dass am Oberarmknochen zunächst die Elle sitzt, an der Elle die Speiche und erst an der Speiche die Hand. Daher hat die Elle ihr dickes Ende mit einer großen Gelenkfläche oben, sie bildet das Ellbogengelenk; die Speiche hat ihr dickes Ende unten, sie bildet das erste Handgelenk. Einander aber bieten die beiden Knochen je zwei Gelenkflächen dar: oben in der Nähe des Ellbogens hat die Speiche ein cylindrisches Köpfchen (*l*), das in einer kleinen Pfanne an der Elle ruht, — unten in der Nähe der Handwurzel hat die Elle ein cylindrisches Köpfchen, das an der Speiche eine kleine Pfanne findet.

Ellen-Speichen-Gelenk



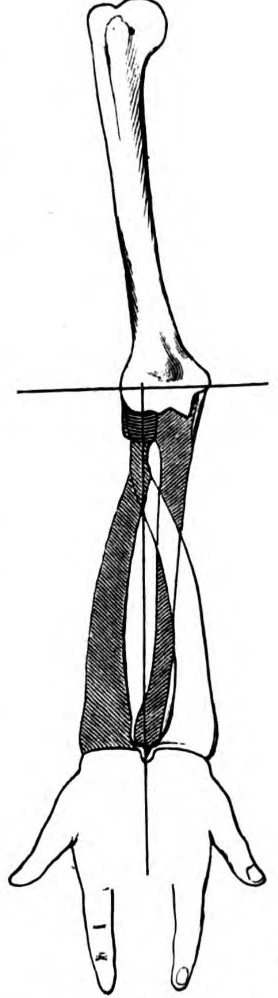
Horizontalschnitt.
Köpfchen der Speiche, vom Ringband umfasst, in Verbindung mit dem oberen Ende der Elle. Der Punkt bezeichnet die Achse des Speichengelenks.

Um eine Achse, welche die Krümmungsachse der beiden cylindrischen Köpfchen ist, dreht sich die Speiche an der Elle. Die Speiche muss sich daher im oberen Teil um sich selbst, mit ihrem unteren Ende dagegen um das Köpfchen der Elle drehen. Gesichert wird diese Anordnung durch zwei Bänder. Das Ringband am oberen Ende der Elle umgreift das Köpfchen der Speiche, sodass dieses sich in dem Ringe dreht wie der Stift einer Thürangel in seiner Hülse (vgl. Holzschn.). Vom unteren Ende der Speiche greift eine Bandscheibe unter dem Ellenköpfchen herüber und ist am Griffelfortsatz (*o'*) desselben angewachsen, an der Stelle, wo die Drehungsachse austritt. Die Verbindung der beiden Knochen charakterisiert sich demnach durchaus als Charnier. Dadurch, dass die Achse desselben die geradlinige Verlängerung der Rotationsachse des Oberarms ist, wird die Rotation in der Schulter in demselben Sinne verwertbar wie die Speichendrehung des Vorderarms,

d. h. sie kommt der Hand zu gute. Denn die Bewegungen, welche die Speiche an der Elle macht, macht die Hand, da sie an der Speiche sitzt, natürlich mit, und so erlangt diese Bewegung eine hohe Wichtigkeit: sie allein verleiht der Hand die Beweglichkeit um ihren Längendurchmesser.

Bewegungen der Speiche an der Elle, Pronation und Supination

Da die Speiche mit ihrem oberen Ende nach außen von der Elle liegt, so führt eine Drehung, bei welcher das obere Ende fest liegt, das untere dagegen einwärts wandert, zu einer schrägen Übereinanderlagerung der beiden Knochen. Man könnte diese Bewegung als die Beugung der Speiche an der Elle bezeichnen. Dieselbe bedingt eine Einwärtswendung des Daumens (Pronation) und eine Handhaltung mit nach vorn oder oben schauendem Handrücken, welche in der Fechtkunst als Terzstellung gebräuchlich ist. Die entgegengesetzte Bewegung dreht das untere Ende der Speiche wieder von der Elle weg, lagert die beiden Knochen parallel neben einander und könnte als Streckung der Speiche gelten. Sie bedingt eine Auswärtswendung des Daumens (Supination) und führt zu der Handhaltung mit nach vorn oder oben schauender Hohlhand, der Quartstellung des Fechters.



Rechter Arm von vorn. Vorderarm in Supinations- (Speiche schraffiert) und Pronationsstellung (Speiche unschraffiert). Die Achsen des Ellbogen- und des Speichengelenkes sind durch Linien angegeben.

Der Umfang dieser rotierenden Bewegung im Vorderarm beträgt 180°, d. h. wir können bei aufgesetztem Ellbogen die Tischplatte abwechselnd mit dem Rücken und mit dem Teller der Hand berühren. Die Rotation des Oberarms kommt für die Wendungen der Hand einfach hinzu und nähert den Rotationswinkel der Hand an vier Rechte, d. h. wir können die herabhängende Hand beinahe vollständig um sich selbst herumdrehen, den Handteller sowohl durch Auswärtswendung (Supination) als durch Einwärtswendung des Daumens (Pronation) nach außen kehren.

Die mittlere Haltung mit nach vorn gerichtetem Daumen, die Primstellung des Fechters, nimmt der zwanglos herabhängende Arm an; — diese haben wir unsern Tafeln zu Grunde gelegt und werden demgemäß den Daumenrand des Vorderarms den vorderen, den Ellenrand den hinteren Rand nennen und außerdem von einer inneren und äußeren Fläche des Vorderarms sprechen, ebenso wie wir den Handteller als die innere, den Handrücken als die äußere Fläche der Hand ansehen.

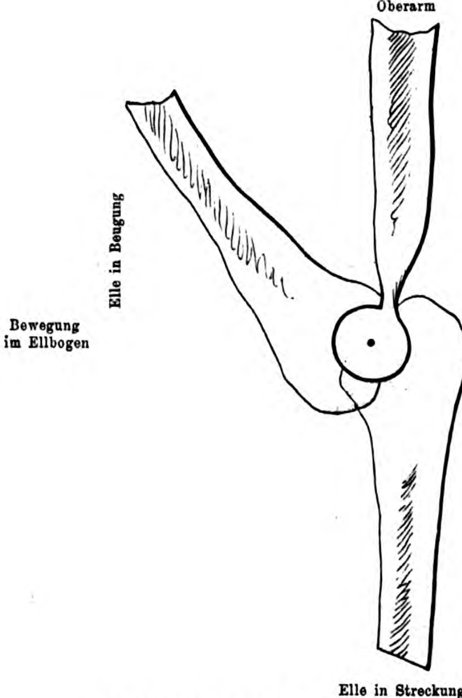
Ellbogengelenk

Die Beweglichkeit des Vorderarms am Oberarm wird durch die Elle und das Ellenbogengelenk bestimmt. Dies ist ein einfaches Charniergelenk, welches durch Seitenbänder in festem Schluss gehalten wird und nur reine Bewegungen um die quere Achse gestattet. Der von hinten nach vorn konvexe Gelenkkörper, die Rolle (*k*), sitzt am unteren Ende des Oberarmknochens und seine Oberfläche bildet in ihrem mittleren Teil beinahe einen geschlossenen Cylinder. Man kann sich die Rolle entstanden denken aus zwei mit ihren Spitzen in einander gesteckten Kegeln, die Achse beider Kegel bildet die Bewegungsachse des Gelenks und tritt beiderseits durch den unteren Rand der Knorren

(*g* und *h*) aus dem Knochen aus. Sie steht zur Längsachse des Arms rechtwinkelig und schneidet diese im Mittelpunkt des Köpfchens (*i*).

Konstruktionsachse des Arms

Die Längsachse des Arms haben wir bereits kennen gelernt als die Rotationsachse des Oberarms und als Speichendrehungsachse. Man hat dieselbe, weil sie dem ganzen Armskelett gemeinsam ist, auch Konstruktionsachse des Arms genannt. Sie ist eine für die Bewegungen des Arms auch deshalb wichtige Linie, weil sie nicht genau mit der Richtung der Skelettteile zusammenfällt. Der Oberarmknochen entfernt sich mit seinem unteren Ende aus ihr, die Elle mit ihrem oberen; beide Knochen liegen mit ihren entgegengesetzten Enden in der Linie, am Ellbogen dagegen schließen sie einen gegen dieselbe, also gegen außen offenen Winkel ein, der durch die Bewegungsachse des Ellbogengelenks halbiert wird. Diese Abweichung der Knochen von der geraden Linie hat ihre Ursache in dem Vorteil, den die Übereinstimmung der Rotationsachsen in Oberarm und Vorderarm brachte. Der Nachteil, der für die Bewegungen im Ellbogengelenk hätte entstehen können, ist dadurch vermieden, dass die Achse dieser Bewegungen den Knickungswinkel halbiert. Der Arm zeigt zwar in gestreckter Lage eine sanfte Knickung nach dem Leibe zu (siehe Fig. 20 und 21); wird er aber gebeugt, so deckt sich gleichwohl der Vorderarm vollständig auf den Oberarm ein.



Ellbogengelenk; die Elle zweimal gezeichnet, in extremer Streckung und Beugung. Die Lage der Achse durch einen Punkt bezeichnet.

Bewegung im Ellbogen

Die konkave Gelenkfläche, mit welcher sich die Elle an die Oberarmrolle anlegt, ist von hinten nach vorn ziemlich ausgedehnt, weil die Elle nach hinten sich zum Ellbogenfortsatz (Olecranon, *m*) erhebt und nach vorn zum Kronenfortsatz (*m'*), und weil beide Teile die Rolle umgreifen. Das würde ein für den Spielraum der Bewegung nicht sehr vorteilhaftes Größenverhältnis zwischen Kopf und Pfanne herbeiführen, wenn nicht die Rolle gerade entsprechend dieser Vergrößerung der Pfanne in der Mitte ebenfalls einen bedeutenden Umfang erreichte. Die beiden Fortsätze der Elle nämlich stoßen bei extremer Bewegung an den Oberarmknochen oberhalb der Rolle an, der Ellbogenfortsatz hinten bei der Streckung, der Kronenfortsatz vorn bei der Beugung, und beide höhlen den Knochen allmählich aus. Dadurch entstehen im Lauf des Wachstums am Oberarmknochen hinten und vorn Vertiefungen oberhalb der Rolle, so beträchtlich, dass der Knochen zwischen ihnen durchscheinend dünn, an manchen Skeletten sogar durchlocht angetroffen wird. Dementsprechend rücken der hintere und der vordere Rand der Gelenkfläche einander ganz nahe, sodass im Ellbogen des Erwachsenen in der Regel ein nahezu vollständiger Cylinder von einem halben Hohlcylinder umfasst wird; der daraus sich ergebende Spielraum von voller Streckung bis zu spitzwinkeliger Beugung beträgt ungefähr 150°.

Neben dem eigentlichen Ellbogengelenk und mit ihm zu einer gemeinsamen Gelenkhöhle vereinigt, liegt die Verbindung der Speiche mit dem Oberarmknochen. Das ist eine sehr lockere und ungenaue Verbindung, welche indessen gerade dadurch den Vorteil bietet, bei allen Stellungen des Ellbogens die freie Beweglichkeit der

Speiche zu wahren. Das Oberarmköpfchen (*i*) ist ein Kugelabschnitt, der von vorn her an den Oberarmknochen angesetzt ist, und das Speichenköpfchen trägt an seiner oberen Fläche eine kugelige Aushöhlung; die freieste Beweglichkeit ist damit gegeben. Wie wenig genau aber der Schluss ist, sieht man daraus, dass bei voller Streckung das Speichenköpfchen nach hinten unter dem Oberarmköpfchen hervortritt und dann unter dem Ellbogenmuskel (*Q* in Fig. 19 und 21) unter der Haut durchgefühlt werden kann.

Muskulatur des Ellbogens, Oberarm-Muskeln

Die Muskulatur für das Ellbogengelenk ist der einfachen Bewegungsachse dieses Gelenks entsprechend auch sehr einfach: die vordere Seite des Oberarms nehmen die Beugemuskeln ein, die hintere die Streckmuskeln, andere sind nicht da.

Beugemuskeln. Biceps oder 2köpfiger Beuger

Der Biceps oder zweiköpfige Armmuskel (*C*) ist ein gewaltiger, annähernd cylindrischer Muskelkörper, der auch äußerlich sehr sichtbar ist und den Stolz von guten Turnern bildet. In der Mitte des. Oberarms verschmelzen seine beiden Köpfe, der lange Kopf, der als straffe Sehne vom oberen Rand des Schulterblattes entspringt und durch das Schultergelenk und die Furche zwischen den Höckern (*d* und *e*) herabkommt, — und der kurze Kopf, der am Schulterhaken (*b''*, Fig. 23) schon fleischig entspringt. In der Nähe der Ellenbeuge verjüngt sich der Muskel plötzlich und geht in eine derbe Sehne über, die sich auffallenderweise nicht an der Elle, auf die der Muskel doch hauptsächlich wirken soll, sondern an der Speiche ansetzt, also erst indirekt die Elle bewegt. Der Biceps gewinnt dadurch auch die Fähigkeit, bei einwärts gewendeter Speichenstellung ein wenig zur Auswärtswendung (Supination) mitwirken zu können. Seine große Hauptwirkung aber ist die Biegung des Vorderarms zum Oberarm hin.

Ein Teil der Sehnenfasern des Biceps sondert sich von der starken Hauptsehne ab und verläuft als Bindenspanner des Vorderarms (Lacertus fibrosus) in schiefer Richtung ganz oberflächlich durch die Ellenbeuge. Er geht über die vom inneren Knorren des Oberarms entspringende Muskelgruppe des runden Einwärtswenders und der Handbeuger hinweg, schräg nach dem hinteren Rande des Vorderarms zu und strahlt in die Muskelbinde (Fascia antibrachii) aus. Dieses dünne Sehnenblatt wird am Lebenden in der Aktion erkennbar als kurzer, sich nach unten verbreiternder Strang, der am inneren Rande der Ellenbeuge unter der Haut straff vorspringt.

Tiefer Armmuskel

Hinter dem Biceps, auf beiden Seiten neben ihm sichtbar werdend, liegt der tiefe Armmuskel (*E*). Er entspringt fleischig von der vorderen Fläche des Oberarmknochens, wulstet sich hinter der Bicepssehne und nach innen von dieser in die Ellenbeuge hinein und setzt sich an den Kronenfortsatz der Elle fest.

Arm-Speichenmuskel

Ein dritter Beugemuskel des Ellbogens gehört schon mehr dem Vorderarm an und wurde bisher auch nicht überall als Beugemuskel aufgeführt. Er ist nämlich, wie der Biceps, zugleich Auswärtswender (Supinator) der Speiche und sogar noch mehr als der Biceps. Aber gleichwohl herrscht doch die Beugung in seinen Wirkungen so sehr vor, dass die frühere Bezeichnung als M. supinator longus mit Recht aufgegeben worden ist. Es ist der Arm-Speichen-Muskel (M. brachioradialis, *H*), der am äußeren Rand des Oberarmknochens, wenig unterhalb der Mitte desselben, zwischen Beuge- und Streckmuskulatur entspringt, parallelfaserig neben der Ellenbeuge herabverläuft, in der Mitte des Vorderarms sehnig wird und sich am vorderen Rande der Speiche nahe deren unterem Ende ansetzt. Infolge seines hohen Ursprungs tritt er bei der Thätigkeit aus dem Ellenbogenwinkel stark heraus und bildet dadurch den so auffallenden Wulst am äußeren Rand der Ellenbeuge.

Streckmuskeln. Triceps oder 3köpfiger Strecker

Die Streckmuskulatur besteht aus dem Triceps oder dreiköpfigem Armmuskel *D*) und dem Ellbogenmuskel (*Q*, Fig. 21).

Der Triceps entspringt mit seinem langen Kopf (*D'*) am Rande des Schulter-

blattes (bei *b* in Fig. 20), mit den beiden kurzen an der hinteren Fläche des Oberarmknochens. Der äußere der beiden kurzen Köpfe (*D''*) vereinigt sich mit dem langen zu einer platten Sehne, die dem Muskel von hinten aufliegt; der innere (*D'''*) reicht mit seinem Ursprung am Knochen weit herab und erscheint oberhalb des Ellbogens fleischig zu beiden Seiten der Sehne, um sich dann mit dieser vereinigt am Ellbogenfortsatz anzusetzen. Dieser Fortsatz liegt mit seiner hinteren Fläche unter der Haut frei und ist als dreieckiges Feld zu fühlen, das nach unten in den hinteren Rand der Elle ausläuft. Die Formen der Muskelbäuche und der Sehne des Triceps, die sehr charakteristisch sind, treten in Fig. 21 gut hervor.

Ellbogenmuskel

Der Ellbogenmuskel (M. anconaeus, *Q*) entspringt sehnig am äußeren Knorren des Oberarmbeins und breitet sich fächerförmig zu einer dreieckigen Muskelplatte aus, die über das Speichenköpfchen hinweggreift zu ihrem Ansatz an der Elle.

Übersicht der Muskulatur am Vorderarm

Bei der Betrachtung der Muskeln am Vorderarm fällt vor allem auf, dass dieselben im allgemeinen oben, d. h. nach dem Ellbogen zu, starke Bäuche haben, die sich nach unten zu verjüngen und in schlanke Sehnen übergehen; das bedingt die abwärts verjüngte Gestalt des Vorderarmes.

Sodann ist bemerkenswert, dass sich die Muskeln in zwei Hauptgruppen sondern, die am Ellbogen an den beiden Rändern liegen und die Oberarmmuskeln, vorn die Beuger, hinten die Strecker, zwischen sich fassen (Fig. 17 und 21). Die äußere dieser beiden Gruppen entspringt am äußeren Rand und äußeren Knorren des Oberarmknochens und verläuft zum Handrücken (Fig. 19), die innere Gruppe entspringt am inneren Knorren und verläuft zur Hohlhand (Fig. 23). In jeder dieser beiden Gruppen liegen Muskeln beisammen, die zwar verschiedenen Gelenken zugehören, aber durch ähnliche Wirkung übereinstimmen. Die äußere kann kurz als Streckmuskelgruppe, die innere als Beugemuskelgruppe bezeichnet werden, wenn man unter Streckbewegung die Bewegung nach der Außenseite oder dem Rücken, unter Beugebewegung die nach der Innenseite der Gliedmaßen versteht. Denn in der äußeren Gruppe liegen beisammen die Muskeln für die Auswärtswendung der Speiche (Supination), die Rückenbiegung (Dorsalflexion) der Hand und die Streckung (Extension) der Finger; in der inneren Gruppe dagegen sind vereinigt die Muskeln für die Einwärtswendung der Speiche (Pronation), Hohlhandbiegung (Volarflexion) der Hand und Beugung (Flexion) der Finger.

Die auf die Handgelenke und die Finger wirkenden Muskeln können mit Erfolg erst im Zusammenhang mit der Untersuchung des Handskeletts studiert werden, sodass hier vorläufig nur die Muskeln der Speichendrehung zu besprechen sind.

Muskeln der Speichendrehung

Die Muskeln der Speichendrehung müssen selbstverständlich so angeordnet sein, dass sie, entweder aus der äußeren oder aus der inneren Muskelgruppe hervorgehend, jedenfalls an der Speiche sich ansetzen und mit der Drehungsachse, also mit der Längsrichtung des Vorderarms einen nennenswerten Winkel ausmachen; dies thun drei Muskeln. Zwei liegen ganz in der Tiefe verborgen, einer dagegen, der runde Einwärtswender (M. pronator teres, *A*, Fig. 17) oberflächlich; derselbe schließt mit dem Armspeichen-Muskel (*D*) die Vertiefung der Ellenbeuge ein.

Der Auswärtswender (M. supinator) ist von außen nicht zugänglich und am Lebenden nur an seinen Werken zu erkennen, d. h. an der Ausführbarkeit der Auswärtswendung, welche, von der Mittelstellung ab nach außen, ihm allein zufällt. Er entspringt vom äußeren Oberarmknorren und umgreift den oberen Teil der Speiche in der Art, daß er bei der Einwärtswendung buchstäblich um die Speiche aufgewickelt und so in die für seine Thätigkeit günstigste Lage gebracht wird.

Aus extrem einwärts gewendeter Stellung der Speiche können auch die übrigen vom äußeren Knorren kommenden Muskeln zur Auswärtswendung beitragen, nament-

lich der Arm-Speichenmuskel (H), der daher, wie erwähnt, früher den Namen des »langen Auswärtswenders« führte.

Die Einwärtswendung (Pronation) geschieht außer durch den schon angeführten runden Einwärtswender (F), welcher vom inneren Oberarmknorren schräg zur Mitte der Speiche herübergreift, besonders durch den viereckigen Einwärtswender (M. pronator quadratus), der sich in der günstigsten Lage zur Ausführung dieser Bewegung befindet, infolge seines zur Speichendrehungsachse rechtwinkligen Faserverlaufs. Er verläuft als breite Muskelplatte am unteren Ende des Vorderarms quer von der Elle zur Speiche, er ist in Fig. 29 bei R sichtbar, liegt aber in der Tiefe, unter den zu der Hand und den Fingern verlaufenden Vorderarmmuskeln versteckt.

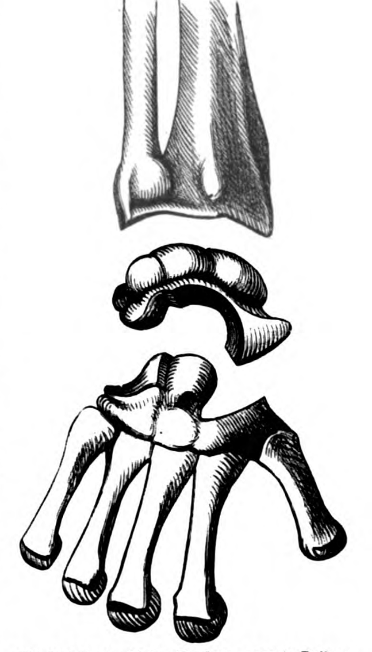
Vorderarm und Hand.

(Fig. 16 bis 29.)

Das Knochengerüst der Hand gliedert sich in folgender Weise.

Handwurzel

Die Handwurzel (Carpus), welche die Hand in bewegliche Verbindung mit dem Vorderarm setzt, besteht aus zwei Reihen kleiner Knochen, deren jede ein in sich festverbundenes und nahezu unbewegliches Ganzes ausmacht. Beide Reihen sind wie ein Halbring gebogen, so dass sie am Handrücken eine konvexe, nach innen dagegen eine ausgehöhlte Fläche zeigen.



Die drei Bestandteile: Vorderarm; erste Reihe; zweite Reihe mit Mittelhand. Die Teile sind im 1. und 2. Handgelenk getrennt und auseinander gerückt. Nach Henke.

Die erste Reihe ist aus drei Knochen zusammengesetzt, die vom Daumen zum Kleinfingerrand gezählt als Kahn-, Mond- und Dreieckbein (f, g, h, Fig. 28) bezeichnet werden. An der Hohlhandfläche des Dreieckbeins liegt noch ein kleiner Knochen auf, das Erbsenbein (h'), das kein selbständiger Handwurzelknochen ist und als zum Dreieckbein gehörig angesehen werden kann.

Die zweite Reihe zeigt vier Knochen, welche, wieder vom Daumen- zum Kleinfingerrand aufgezählt, sind: großes Vielwinkelbein, kleines Vielwinkelbein, Kopfbein und Hakenbein (i, k, l, m).

Die Eckknochen beider Reihen springen an der inneren Fläche der Handwurzel als die vier Handwurzelhöcker vor; am Daumenrand der Höcker des Kahn- (f') und der des großen Vielwinkelbeins (i), am Kleinfingerrand das Erbsenbein (h', Fig. 28) und der Haken des Hakenbeins (m). Zwischen den Höckern ist ein Band ausgespannt, das quere Handwurzelband (Y, Fig. 29), welches die beiden Knochenreihen in ihrer bogenförmigen Wölbung festhält und mit denselben den Handwurzelkanal bildet für die vom Vorderarm zur Mittelhand und zu den Fingern verlaufenden Sehnen.

Mittelhand

Die Mittelhand (Metacarpus) stellt am Lebenden kein selbständiges Skelettglied dar. Ihre Bestandteile, die fünf Knochen, welche an der skelettierten Hand als Mittelhand zusammengefasst werden, sind hinsichtlich ihrer Beweglichkeit in der

lebenden Hand sehr ungleichwertig. Während die Mittelhandknochen der dreigliederigen Finger (besonders des 2. und 3. Fingers) mit der zweiten Reihe der Handwurzelknochen zu einer in sich nahezu unbeweglichen Knochengruppe vereinigt sind, die für die Hauptbewegungen der Hand als Einheit aufgefasst werden kann, ist dagegen der Mittelhandknochen des Daumens an der Handwurzel sogar freier beweglich als die übrigen vier Finger an der Mittelhand. Wir müssen deshalb bei der Besprechung der Mittelhandknochen denjenigen des Daumens zunächst außer Betracht lassen.

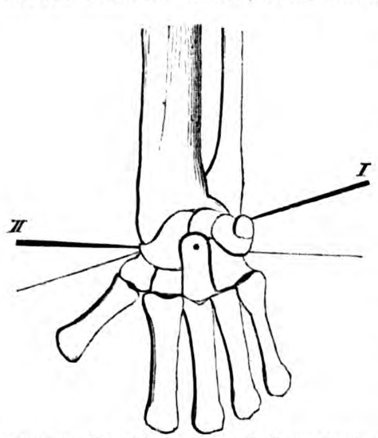
Handgelenke.

Zwischen den drei Skelettabschnitten 1) Vorderarm, 2) erste Handwurzelreihe, 3) zweite Reihe mit Mittelhand finden sich zwei Gelenke, das erste und das zweite Handgelenk. Das erste Handgelenk wird gebildet von der Endfläche der Speiche, als Pfanne, und der ersten Handwurzelreihe, als Kopf. Es ist ein Charniergelenk, dessen Gelenkfläche jedoch nicht nur vom Rücken zur Hohlhand, sondern zugleich, obwohl flacher, von einem Rand zum andern gekrümmt ist. Bei den Bewegungen wird im wesentlichen nur die stärker gebogene Krümmung vom Rücken zur Hohlhand benutzt.

Das zweite Handgelenk zeigt eine gebrochene Gelenkfläche, indem im Daumenteil die erste Reihe den Kopf (Kahnbein) und die zweite die Pfanne, im Kleinfingerteile dagegen die zweite Reihe den Kopf (Kopf- und Hakenbein) und die erste die Pfanne bildet (vgl. Holzschnitt S. 87). Beide Teile stellen zusammen ein Charnier mit einfacher Drehachse dar.

Biegungen der Hand

In der Handwurzel sind demnach zwei, einander sehr nahe liegende Gelenke vorhanden und die Hand ist an der Speiche nicht anders beweglich als vermittels dieser beiden Handgelenke. Beide sind Charniergelenke und ihre Achsen liegen annähernd quer von einem Rand zum andern. Dass nun die Hand trotzdem ihre freie Biegsamkeit nicht nur nach Hohlhand und Handrücken, sondern auch nach den beiden Rändern besitzt, rührt daher, dass, wie angedeutet, die Achsen nur annähernd quer verlaufen, in Wahrheit aber sich kreuzen, in der Art, dass beide durch die Beugefläche der Handwurzel austreten, nämlich die Achse des ersten Gelenks (*I*) auf der Kleinfingerseite, die des zweiten (*II*) auf der Daumenseite, die erste durch das Erbsenbein, die zweite durch den Höcker des Kahnbeins (vgl. nebensteh. Holzschn.)



Achsen der Handgelenke. Die verdickt gezeichneten Enden *I* und *II* sind die nach vorn abweichenden Enden der Achsen des I. und II. Gelenks. Der Punkt im Kopf des Kopfbeins bezeichnet den Punkt, in dem beide Achsen sich schneiden, und kann als der Drehpunkt für die Handbewegungen betrachtet werden. Nach Henke.

Daraus folgt, dass die isolierte Bewegung jedes der beiden Gelenke schräg spielen würde. Die isolierte Beugung nach der Handfläche würde im ersten Gelenk nach der Speiche zu, im zweiten nach der Elle zu neigen. Umgekehrt die isolierte Streckung nach dem Handrücken würde im ersten Gelenk nach der Elle zu, im zweiten nach der Speiche zu neigen.

Da nun isolierte Bewegungen des einen oder des andern Gelenks nicht vorkommen, die Bewegungen beider Gelenke sich aber entweder im gleichen oder im entgegengesetzten Sinn verbinden können, so ergeben sich von selbst die vier Biegungsrichtungen.

Erstens: in beiden Gelenken Biegung nach der Hohlhand zu; die Neigungen im ersten Gelenk nach der Speiche, im zweiten nach der Elle, heben sich auf und es bleibt übrig: Biegung nach der Hohlhand. — Zweitens: in beiden Gelenken

Biegung nach dem Handrücken zu; es bleibt übrig: Biegung nach dem Handrücken. — Drittens: im ersten Gelenk Biegung nach der Hohlhand, im zweiten nach dem Handrücken; die Biegungen nach den Flächen heben sich gegenseitig auf und es bleiben nun die in gleichem Sinn auftretenden Neigungen nach dem Rande übrig und summieren sich: Biegung nach der Speiche, d. h. nach der Daumenseite. — Viertens: im zweiten Gelenk Biegung nach der Hohlhand, im ersten nach dem Handrücken; wiederum bleiben nur die in gleichem Sinn entstehenden Randneigungen übrig als: Biegung nach der Elle oder Kleinfingerseite.

Geht man von einer geradgestreckten Stellung der Hand aus, bei welcher die Spitze des Mittelfingers in der Hauptachse des Armes liegt, bei der Speichendrehung des Vorderarms also ihren Platz nicht verändert, so findet man in der Regel 1) die Biegung nach der Hohlhand möglich bis zu einem Winkel von 65°, 2) die Biegung nach dem Handrücken bis 60°, 3) die Biegung nach der Daumenseite bis 20° und 4) die nach der Kleinfingerseite bis 30°.

Die gewöhnliche Haltung der Hand bei herabhängendem Arm weicht von der geradlinigen Streckung nach der Kleinfingerseite zu ab, es pflegt die Spitze des Zeigefingers sich in der Hauptachse des Arms zu befinden. Der Ausschlag der Bewegungen nach beiden Rändern ist von dieser Ruhestellung aus etwa gleich groß, beträgt ungefähr 25°.

Die vier Biegungsrichtungen der Hand am Vorderarm können sich untereinander zu allen Übergangsrichtungen verbinden.

In der äußeren Form macht sich das Vorhandensein der zwei Handgelenke dadurch bemerklich, dass der Übergang vom Vorderarm zur Hand selbst bei stärkster Beugung keine plötzliche Knickung zeigt, wie andere Gelenke, sondern eine abgerundete Biegung.

Muskeln der Handbewegungen

Zur Ausführung der beschriebenen Bewegungen sind besondere Muskeln da, welche an den vier Ecken der Handwurzel vom Vorderarm zur Mittelhand herabtreten und somit die Biegungen der Hand nach den aufgeführten vier Richtungen herbeiführen können, je nachdem entweder die beiden an derselben Fläche oder die beiden an demselben Rand gelegenen Muskeln zusammenwirken.

Je die beiden an derselben Fläche liegenden Muskeln kommen auch von demselben Oberarmknorren, nämlich die an der inneren Fläche (also die Hohlhandbieger), welche als Handbeuger bezeichnet werden, vom inneren Knorren (Fig. 23); die an der äußeren Fläche (also Handrückenbieger), die als Handstrecker bezeichnet werden, vom äußeren Knorren (Fig. 19). Und weiter: je die beiden an demselben Rande liegenden Muskeln laufen auch längs desselben Vorderarmknochens herab, der Beuger an der inneren, der Strecker an der äusseren Seite.

Aus diesen Beziehungen ergeben sich die Namen der Muskeln.

1) Der längs der Speiche herabverlaufende Hohlhandbieger, also der innere Speichenmuskel, heißt Speichenhandbeuger (Fig. 17 und 23, *G*; Fig. 29, *P*). Er entspringt vom inneren Oberarmknorren (*h*) neben dem runden Einwärtswender (*F*), läuft schräg nach der Speiche, dann an dieser herab, und neben dem Kahnbeinhöcker (*f'*, Fig. 29) in den Handwurzelkanal eintretend, verläuft er in diesem weiter, um sich an dem Mittelhandknochen des Zeigefingers anzusetzen.
2) Der längs der Elle herabverlaufende Hohlhandbieger, also der innere Ellenmuskel heißt Ellenhandbeuger (Fig. 21, 23, *T*; Fig. 29, *Q*). Er entspringt am inneren Knorren hinter dem vorigen und greift mit seinem Ursprung auf die Elle über, an der er herab verläuft, um sich zunächst ans Erbsenbein und vermittelst eines Bandes an den Mittelhandknochen des Kleinfingers anzusetzen.

3) An der äußeren Seite der Speiche verlaufen zwei Muskeln herab, welche bezeichnet werden als: langer Speichenhandstrecker (Fig. 17—21, *J*; Fig. 27, *D*) und als: kurzer Speichenhandstrecker (Fig. 17—21, *K*; Fig. 27, *E*). Beide entspringen am äußeren Oberarmknorren, der lange auch noch ein Stück weit oberhalb, am äußeren Rande des Oberarms. Beide laufen neben der Speiche herab und gehen bald, der lange schon oberhalb der Mitte des Vorderarms, in schmale riemenförmige Sehnen über; der lange setzt sich am Mittelhandknochen des Zeigefingers, der kurze an dem des Mittelfingers an.

4) Der an der äußeren Seite der Elle herabverlaufende Muskel heißt Ellenhandstrecker (Fig. 19 und 21, *R*; Fig. 27, *F*). Er entspringt am äußeren Knorren des Oberarms, läuft neben dem Ellbogenmuskel an der Elle herab und befestigt sich am Mittelhandknochen des Kleinfingers.

1) mit 2) bewirkt Biegung nach der Hohlhand,
3) mit 4) » » » dem Handrücken,
1) mit 3) » » » der Daumenseite,
2) mit 4) » » » der Kleinfingerseite.

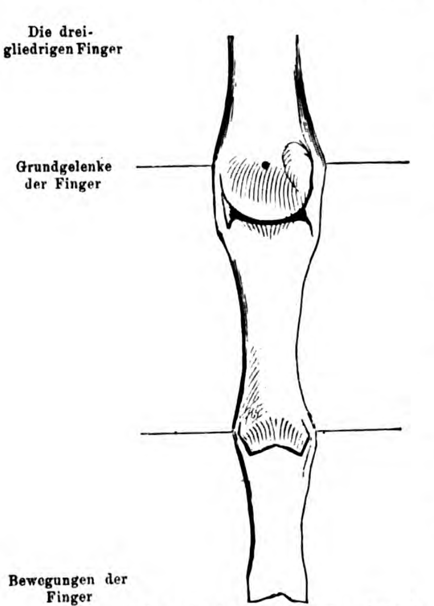
Die Formen der Muskelbäuche dieser Muskeln und die Verhältnisse zu ihren Sehnen sind aus den Tafeln zu ersehen.

Die dreigliedrigen Finger

Die 4 Mittelhandknochen, welche mit ihren Grundflächen an der 2. Handwurzelreihe festsitzen, tragen auf ihren Köpfchen die 4 dreigliedrigen Finger, den Zeige-, Mittel-, Ring- und Kleinfinger.

Grundgelenke der Finger

Die Grundgelenke der Finger stehen hinsichtlich ihrer Konstruktion zwischen Kugelgelenk und Charnier. Das Köpfchen ist ein länglicher Ausschnitt aus einer Kugeloberfläche, die Grundfläche des 1. Fingergliedes ein ebenfalls länglicher Ausschnitt aus der zugehörigen Hohlkugel. Dadurch aber, dass der größere Durchmesser der Pfanne von einem Rand zum andern, derjenige der Köpfchenoberfläche dagegen vom Rücken zur Hohlhand gerichtet ist, entsteht eine bedeutendere Beweglichkeit in der Richtung vom Rücken zur Hohlhand, eine geringere von einem Rand zum andern. Immerhin ist auch diese letztere vorhanden und durch sie unterscheiden sich die Grundgelenke der Finger von den Gliedgelenken, welche reine Charniere sind.



Grundgelenk und erstes Gliedgelenk; von der Handfläche gesehen. Die Achsen sind eingetragen, im Grundgelenk zwei, im Gliedgelenk die einzige, die vorhanden.

Bewegungen der Finger

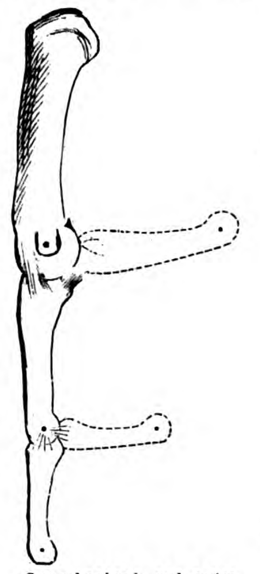
Die Köpfchenoberflächen greifen an der Hohlhandfläche weiter herauf als an der Rückenfläche; das bedingt die vorwiegende Entwickelung der Bewegung nach der Hohlhand zu, der Beugung, welche bis zu einer rechtwinkligen Stellung des Fingers zur Mittelhand geführt werden kann. Die Bewegung nach dem Rücken zu, die Streckung, kann nur wenig über geradlinige Stellung hinausgeführt werden, so dass der Gesamtspielraum etwas mehr als einen rechten Winkel beträgt. Die Bewegung des Fingers von einem Rand zum andern ist am ausgiebigsten möglich in dem gestreckten Gelenk, die gebeugte Stellung schließt dieselbe durch Anspannung der seitlichen Bänder ganz aus (s. Holzschnitt auf S. 91). Man nennt die Bewegung An- und Abziehung und bezieht dieselbe auf eine Mittellinie der Hand, die

durch den Mittelfinger läuft; die Abziehung spreizt die Finger, die Anziehung legt sie aneinander.

Gliedgelenke der Finger

Die Fingergelenke zwischen jedem 1. und 2. und zwischen jedem 2. und 3. Glied eines Fingers sind ausgesuchte Beispiele des Charniergelenks. Das Köpfchen des einen Gliedes ruht, mit einer vom Rücken zur Hohlhand gekrümmten und ein wenig ausgekehlten Cylinderfläche, in einer entsprechenden kleinen Pfanne an der Grundfläche des nächstfolgenden Gliedes. Straffe Seitenbänder schließen jede Bewegung aus, die nicht um die quer von einem Rand zum andern verlaufende Achse erfolgt, und diese einzig mögliche Bewegung spielt zwischen geradliniger Streckung und etwa rechtwinkeliger Beugung. Das erste Gelenk pflegt mehr als einen rechten Winkel, das zweite weniger an Spielraum zu haben, in der Art, dass beide sich zu zwei Rechten ergänzen.

Wir besitzen also zwischen Mittelhand und Fingerspitze drei Gelenke, deren Beugung drei rechte Winkel umfasst. Das setzt uns in den Stand, die Endglieder der vier dreigliedrigen Finger senkrecht auf die Hohlhandfläche der Mittelhand, den sogen. Handteller, aufzusetzen und so auch ohne Hilfe des Daumens einen vollständig geschlossenen Ring, eine Röhre zu bilden.



Grundgelenk und erstes Gliedgelenk im Profil. Die Achsen durch Punkte angedeutet, die Beugungsstellung der Glieder durch unterbrochenen Kontur.

Daumengliedgelenk

Der Daumen besitzt nur zwei Glieder. Das Gelenk zwischen denselben ist vollkommen übereinstimmend angelegt mit den besprochenen Fingergelenken; nur ist die Köpfchenfläche in der Regel weiter nach dem Rücken zu entwickelt als bei jenen, so dass das Endglied des Daumens in der Streckung eine nach dem Handrücken zu gebogene Stellung einnimmt.

Daumen-Mittelhand-gelenk

Das Gelenk zwischen dem 1. Daumenglied und dem Mittelhandknochen des Daumens weicht dagegen von den Grundgelenken der Finger, durch nahezu gleiche Größe der Gelenkflächen von einem Rand zum anderen, so sehr ab, dass es mehr Ähnlichkeit mit den Fingergelenken gewinnt. Übrigens pflegt auch die Bewegung vom Rücken zur Hohlhand weniger ausgiebig zu sein, als in den Grundgelenken der Finger; die Bewegung steht in der Regel bei geradliniger Streckung still. Nur bei einzelnen Personen ist das Köpfchen auch nach dem Rücken zu reichlich entwickelt und gestattet, die Einknickung des Daumens als Kunststück vorzuführen.

Handwurzelgelenk des Daumens

Ist der Daumen demnach wenig beweglich an seinem Mittelhandknochen, so ist er dafür um so beweglicher durch die Art der Verbindung seines Mittelhandknochens mit der Handwurzel. Hier befindet sich das ausgeprägteste Sattelgelenk des menschlichen Körpers und bildet das eigentliche Erkennungszeichen der Hand gegenüber dem Fuß. Von den beiden sich rechtwinkelig kreuzenden Achsen des Gelenks liegt die eine im großen Vielwinkelbein; um sie ist dieses konvex, die Grundfläche des Mittelhandknochens konkav vom Rücken zur Hohlhand gebogen. Die andere liegt im Mittelhandknochen; um sie ist das Vielwinkelbein konkav, die Grundfläche des Mittelhandknochens konvex von einem Rande zum andern gebogen.

Denkt man sich also den Mittelhandknochen als Reiter im Sattel sitzen, so reitet er auf den Mittelhandknochen des Zeigefingers los: schwankt er im Sattel hin und her, so sind das Bewegungen vom Rücken zur Hohlhand; neigt er sich dagegen bald auf den Hals des Pferdes, bald zurück auf die Sattellehne, so nennen wir das An- und Abziehung des Daumens.

Beweglichkeit des Daumens

Mit dieser Beweglichkeit von Beugung und Streckung, An- und Abziehung wäre aber nun für die Aufgaben des Daumens noch nicht viel erreicht, wenn dieselben nicht durch die Stellung des großen Vielwinkelbeins zum übrigen Handskelett eine besondere Bedeutung erlangten.

Wie oben erwähnt, ist die Handwurzel derart gewölbt, dass die Ränder nach der Hohlhand zu vortreten. Am meisten thut dies das große Vielwinkelbein. Dasselbe wendet sich aus der Reihe heraus und steht zu der Ebene des Kleinfingerrandes der Handwurzel nahezu in einem rechten Winkel.

Dadurch wird für den Daumenmittelhandknochen aus der Bewegung vom Rücken zur Hohlhand eine Bewegung parallel dem Handteller und an diesem vorbei nach dem Kleinfingerrande zu; und seine An- und Abziehung wird in eine zur Mittelhand senkrechte Ebene verlegt. Wenn nun der ersteren Bewegung der Kleinfingerballen ein Stück Wegs entgegenkommt, so entsteht eine Bewegung der beiden Handränder gegen einander, bei welcher sich der Handteller zu einer Rinne vertieft; diese Bewegung wird Gegenstellung (Opposition) genannt. Die Gegenstellung und die gleichzeitig ausführbare An- und Abziehung befähigen den Daumen, sich der Hohlhandfläche der verschiedenen Finger beliebig gegenüber zu stellen, und indem die Beugung der Finger in jeder Stellung frei hinzutreten kann, ist die Maschinerie unseres Greif- und Tastapparates vollendet. Nicht nur können Gegenstände zwischen Hand und Daumen fest gefasst werden; die durch zahlreiche Nervenendigungen höchst empfindlichen Tastoberflächen der Daumen- und der Finger-Beeren vermögen auch, durch Betastung der Gegenstände von verschiedenen Seiten, uns sehr bestimmte Vorstellungen von der Außenwelt zu vermitteln.

Finger-Muskeln

Mit Beziehung auf die geschilderten Gelenkmechanismen können die Muskeln der Finger in fünf Gruppen gesondert werden. Nämlich die Muskeln 1) der Beugung für Finger und Daumen, 2) der Streckung für Finger und Daumen, 3) der Anziehung und Abziehung der Finger, 4) der Anziehung und Abziehung des Daumens und 5) der Gegenstellung des ersten und fünften Mittelhandknochens.

Von der Mechanik absehend, könnte man die Fingermuskeln auch einteilen in lange und kurze; lange, die mit ihren Fleischbäuchen im Vorderarm liegen und nur ihre bandartigen Sehnen über das Handskelett hinweg zu den Fingern senden; und kurze, welche ganz und gar der Hand angehören.

Wir wollen auch hier vom mechanischen Gesichtspunkt ausgehen und die Muskeln in der vorher angeführten Gruppierung besprechen.

Beuger

1) Beugemuskeln der Finger und des Daumens, zunächst die langen vom Vorderarm herabkommenden. Deren sind drei (Fig. 23, *W*; Fig. 29, *S*); zwei aufeinander geschichtete für jeden Finger und einer für den Daumen. Dieselben bilden mit ihren Muskelbäuchen die tiefe Lage des Vorderarmfleisches und erscheinen an der Oberfläche in dem Zwischenraum zwischen dem Speichenhandbeuger (Fig. 23, *G*) und dem Ellenhandbeuger (*T*), hier nur teilweise bedeckt durch den langen Hohlhandmuskel (*V*). Die acht Sehnen der Fingerbeuger verlaufen unter dem queren Handwurzelband hindurch zur Hohlhand, je zwei für denselben Finger ordnen sich übereinander und treten an den Köpfchen der Mittelhandknochen in eine an den Gliedknochen angewachsene, derbe Scheide ein, in der sie an der Hohlhandfläche der Finger festliegen. In ihr spaltet sich die Sehne des oberflächlichen Fingerbeugers (*S'*) und setzt sich mit zwei Zipfeln an das 2. Glied fest, die Sehne des tiefen Fingerbeugers (*S''*) aber tritt zwischen den beiden Zipfeln durch, um sich erst am Endglied anzusetzen (Fig. 29). Der lange Daumenbeuger liegt mit seinem Muskelbauch neben dem tiefen Fingerbeuger; seine runde Sehne verläuft ebenfalls unter dem queren Handwurzelbande durch und setzt sich am Endglied des Daumens an.

Die kurzen, am Handskelett entspringenden Beugemuskeln haben an den vier dreigliedrigen Fingern neben der Beugung im Grundgelenk auch die Aufgabe der An- und Abziehung der Finger und ferner auch noch die der Streckung des Endgliedes: es sind die vier Spulmuskeln und die sieben Zwischenknochenmuskeln. Wir werden dieselben deshalb weiter unten besprechen.

Der Daumen dagegen hat seinen besonderen kurzen Daumenbeuger (Fig. 29, *U*), der von der Handwurzel und dem queren Handwurzelbande entspringt, als fleischige Halbröhre die Sehne des langen Daumenbeugers umgiebt und sich am ersten Glied des Daumens ansetzt, jedoch erst indirekt, indem er zunächst an knöcherne Verdickungen der Kapsel des Daumenmittelhandgelenks, die sogen. Sesambeinchen, und erst durch deren Bandapparat an den Knochen des ersten Daumengliedes tritt. Auch der kleine Finger hat häufig einen kurzen Kleinfingerbeuger (Fig. 29, *V*), der vom queren Bande der Handwurzel entspringt, zum 1. Glied des kleinen Fingers geht und den Kleinfingerballen mit bilden hilft.

Strecker

2) Die Streckmuskeln der Finger und des Daumens kommen (mit Ausnahme der erwähnten Strecker des Endgliedes) sämtlich vom Vorderarm herab.

Der gemeinschaftliche Fingerstrecker (Fig. 19, *S*; Fig. 27, *G*) entspringt am äußeren Oberarmknorren zwischen dem kurzen Speichenhandstrecker (*K*) und dem Ellenhandstrecker (*R*), läuft in der Mitte der Außenfläche des Vorderarms herab und teilt sich in vier bandförmige Sehnen, welche, erst vom Handgelenk aus divergierend, zu den Fingern laufen. Die Sehne für den Kleinfinger bleibt in der Regel an der des Ringfingers haften und tritt erst auf dem Rücken der Mittelhand herüber an die Sehne des besonderen Kleinfingerstreckers (Fig. 19, *S'*; Fig. 27, *H*); dieser liegt zwischen Ellenhandstrecker und gemeinschaftlichem Fingerstrecker, erscheint im Ursprung mit dem letzteren mehr oder weniger verschmolzen, isoliert sich aber im unteren Teil des Vorderarms und seine dünne runde Sehne (*H*, Fig. 27) tritt neben der des Ellenhandstreckers über die Handwurzel herab, mit der Kleinfingersehne des gemeinschaftlichen Fingerstreckers verschmelzend.

Die Ringfingersehne des letzteren steht auf dem Handrücken ganz regelmäßig nicht nur mit der Kleinfingersehne in Verbindung, sondern ebenfalls durch eine breite Sehnenverbindung auch mit der Sehne des Mittelfingers (s. Fig. 27). Daher rührt die Unselbständigkeit des 4. Fingers bei der Streckung, welche dem Klavierspieler Schwierigkeiten bereitet.

Auf dem Rücken des 1. Fingergliedes treten an die Strecksehnen von beiden Seiten die Sehnen der Spul- und Zwischenknochenmuskeln heran und bilden eine gemeinschaftliche Sehnendecke des Fingers (Fig. 27). Diese teilt sich in drei Streifen; der mittlere setzt sich an dem 2. Glied fest, die beiden seitlichen vereinigen sich auf dem Rücken des 2. Gliedes wieder und bilden die Strecksehne des 3. Gliedes. Das erste Glied bekommt demnach gar keine Fasern der Strecksehne, das zweite erhält vorwiegend die des gemeinschaftlichen Fingerstreckers, das dritte vorwiegend die der Spul- und Zwischenknochenmuskeln.

In der Tiefe, verdeckt durch den gemeinschaftlichen Fingerstrecker, entspringen an der Elle vier Muskeln, welche schräg nach unten und vorn verlaufen. Drei davon gehen zum Daumen, der vierte ist der besondere Zeigefingerstrecker, dessen Sehne (*J*, Fig. 27), unter den Sehnen des gemeinschaftlichen Fingerstreckers schräg durchgreifend, sich auf der Handwurzel neben die Zeigefingersehne desselben lagert und in der Nähe des 1. Zeigefingergliedes mit dieser verschmilzt.

Oberhalb und neben dem besonderen Zeigefingerstrecker entspringen die drei Daumenmuskeln an der Elle; zunächst der lange Daumenstrecker (Fig, 19, *N*; Fig. 17, *C*), dessen Sehne an einem länglichen Höckerchen der Speiche (Fig. 19, *x*;

Fig. 26, *e*) herab verläuft und dann schräg vorwärts zum Daumen, bei Streckung des Daumens über der Handwurzel stark vorspringend. Die beiden anderen, der kurze Daumenstrecker (Fig. 17, *M*; Fig. 25, *B*) und der lange Daumenabzieher Fig. 17, *L*; Fig. 25, *A*) schlingen sich bereits oberhalb des Handgelenks vom Rücken des Vorderarms um Speiche und Speichenhandstrecker herum und liegen hier dicht unter der Haut. Ihre Sehnen treten dann am Speichenknöchel über die Handwurzel hinweg zum Mittelhandknochen des Daumens, und es ist namentlich der lange Abzieher, dessen Sehne, zwischen Speiche und Daumen stark hervortretend, hier den vorderen Rand der Handwurzel bildet (Fig. 25 u. 29). Der kurze Daumenstrecker setzt sich am ersten, der lange am zweiten Glied des Daumens an.

An- und Abzieher der Finger

3) Als An- und Abzieher der Finger begegnen wir nun Muskeln wieder, welche wir bereits zweimal kurz berührt haben, zuerst als Beuger der Finger im Grundgelenk, dann als Strecker des Endgliedes.

Die Spulmuskeln oder Wurmmuskeln (Fig. 29, *X*) haben ihren Namen von ihrer Ähnlichkeit mit Spulwürmern oder Regenwürmern. Es sind lange, dünne, drehrunde Muskelchen, welche, vier an der Zahl, an den vier Sehnen des tiefen Fingerbeugers entspringen, da wo diese unter dem queren Handwurzelbande liegen. Sie laufen neben den Sehnen herab und bilden in der Gegend der Grundgelenke der Finger dünne Sehnen, die an der Daumenseite dieser Gelenke vorbei in der beschriebenen Weise in die Strecksehne übergehen.

Die Zwischenknochenmuskeln (Fig. 25—29, *K* und *L*) füllen den Raum zwischen den Mittelhandknochen aus und entspringen von diesen. Wenn man sie auf die durch den Mittelfinger verlaufende Mittellinie der Hand bezieht, so zerfallen sie sehr einfach in drei innere, welche die Finger einander nähern, und vier äußere, welche die Finger spreizen. Die drei inneren (Fig. 27, *L*) liegen in der Tiefe der Hohlhand (M. interossei-volares), die vier äußeren dagegen füllen die Zwischenknochenräume am Handrücken ganz aus (M. interossei dorsales).

Alle sieben Muskeln setzen sich mit einem Teil ihrer Fasern zu beiden Seiten an das erste Fingerglied, mit einem Teil gesellen sie sich den Spulmuskeln zu und verlaufen wie diese zu den Endgliedern. Der stärkste der Zwischenknochenmuskeln ist der erste äußere (*K*, Fig. 25), welcher als Abzieher des Zeigefingers den weiten Zwischenraum zwischen erstem und zweitem Mittelhandknochen ausfüllt und oft am Lebenden durch die Haut hindurch zu erkennen ist.

Zu den vier äußeren Zwischenknochenmuskeln kommt als fünfter Abzieher noch der Abzieher des kleinen Fingers (Fig. 27 und 29, *N*). Derselbe bildet mit seinem fleischigen Bauch den Kleinfingerrand der Mittelhand und greift mit seinen Ursprüngen bis herauf an das Erbsenbein.

Spulmuskeln, Zwischenknochenmuskeln und Abzieher des Kleinfingers gehören in bezug auf ihre Wirkungen zusammen. Einmal bewegen sie die gestreckten Finger in den Grundgelenken von einem Rand zum anderen, legen also die Finger entweder aneinander oder spreizen sie. Ferner strecken sie den Finger in sich und beugen den gestreckten Finger im Grundgelenk gegen die Hohlhand.

Gerade diese letztere Leistung von kombinierter Beugung und Streckung des Fingers wird bei den feineren Hantierungen sehr vorwiegend in Anspruch genommen, so z. B. beim Schreiben. Der Aufstrich ist gleichzeitige Beugung im Grundgelenk und Streckung in den beiden Gliedgelenken des Zeige- und Mittelfingers, wird also ausgeführt von den in Rede stehenden Muskeln; der Grundstrich ist die entgegengesetzte Bewegung und geschieht durch die langen Fingerbeuger.

An- und Abzieher des Daumens

4) Der Anzieher des Daumens (Fig. 25—29, *M*) entspringt vom Mittelhandknochen des Mittelfingers und von der Handwurzel, verläuft mit konvergierenden

Fasern nach dem 1. Glied des Daumens und befestigt sich an dessen dem Zeigefinger zugekehrten Rande sowie an dem entsprechenden Sesambein der Gelenkkapsel. Er bildet mit dem äußeren Zwischenknochenmuskel des Zeigefingers zusammen die fleischige Verbindung des Daumens mit der Mittelhand.

Den langen Abzieher des Daumens (Fig. 17, *L*) haben wir in seinem Verlauf schon im Zusammenhang mit den Daumenstreckern besprochen. Seine Sehne befestigt sich am Mittelhandknochen des Daumens. Ein kleineres Bündel derselben geht in der Regel über in den kurzen Abzieher des Daumens (Fig. 29, *O*). Dieser, eine fleischige Platte, die die oberflächliche Schicht des Daumenballens bildet, entspringt vom queren Bande der Handwurzel und setzt sich am Seitenrande des 1. Daumengliedes an. Bei der Zusammenziehung legt er die Haut des Daumenballens in Querfalten, die sich besonders oberhalb der Mitte des Ballens zusammendrängen, weil der Muskel in seinem oberen Drittel mit der Haut verwachsen ist.

Gegensteller

5) Der Gegenstellung des Daumen- und Kleinfinger-Ballens dienen zwei Muskeln, welche von außen nicht zugänglich sind; der Gegensteller des Daumens und der Gegensteller des Kleinfingers (M. opponens pollicis, M. opponens digiti quinti). Sie entspringen beide von Teilen des queren Bandes und des Skelettes der Handwurzel, bilden die Grundlage der beiden Ballen, liegen verdeckt durch die Abzieher und kurzen Beuger und befestigen sich, der erste am Mittelhandknochen des Daumens, der andere am Mittelhandknochen des Kleinfingers, beide in der ganzen Länge des äußeren, von der Mitte der Hand abgekehrten Randes dieser Knochen.

Hohlhandbinde

Die beiden Ballen der Hand, der Daumenballen und der Kleinfingerballen, sind nur von mehr oder weniger fettreicher Haut überzogen. Zwischen ihnen ist die Haut der eigentlichen Hohlhand verwachsen mit einer derben Binde, zu welcher zwei oberflächliche Muskeln in Beziehung stehen. Diese beiden sind die einzigen Muskeln der Hand, welche uns noch zu erwähnen bleiben.

Langer Hohlhandmuskel

Der lange Hohlhandmuskel (Fig. 23, *V*) gehört zur inneren Muskelgruppe des Vorderarms. Er entspringt als schlanker Muskelbauch am inneren Oberarmknorren zwischen dem Speichen- und dem Ellenhandbeuger und liegt dem oberflächlichen Fingerbeuger auf. In der Mitte des Vorderarms geht er in eine dünne rundliche Sehne über, welche sich in der Gegend des Handgelenks verbreitert und in die Hohlhand eintretend, hier fächerförmig ausstrahlt, als Hohlhandbinde (Fig. 23, *V'*). Dieselbe nimmt ziemlich genau das dreiseitige Gebiet des Handtellers ein, welches durch die bekannten Hautfurchen gekennzeichnet ist.

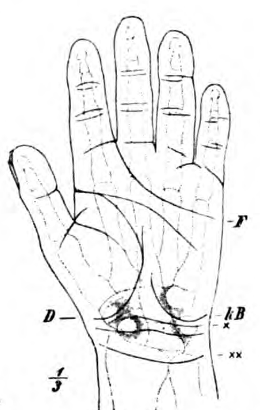
Hautfurchen des Handtellers

Diese Hautfurchen des Handtellers haben wir schon im allgemeinen Teil, S. 21 berührt und ihre Entstehungsweise dort erklärt. Auf die mannigfaltigen individuellen Verschiedenheiten derselben gründete die Chiromantie dereinst ihre Weissagungen. In der Regel sind drei Hauptfurchen unterscheidbar. Die »Lebenslinie« umgrenzt den Daumenballen und entspricht ungefähr der Ursprungslinie des Daumenanziehers. Da, wo sie zwischen Daumen und Zeigefinger den Rand der Hand erreicht, beginnt eine zweite Furche, die »Kopflinie« der Chiromanten, deren Anfangsstück die Knickungsfurche für das Grundgelenk des Zeigefingers darstellt; sie läuft quer durch die Handfläche, doch nur so weit als die Hohlhandbinde reicht. Eine dritte Furche, die »Monatslinie«, beginnt am Kleinfingerrand, läuft quer bis zur Mitte und dann im Bogen abwärts, um zwischen Zeige- und Mittelfinger auszulaufen. Sie stellt die Knickungsfurche für die Grundgelenke des 3. bis 5. Fingers dar und bezeichnet auch die Grenze, bis zu welcher die Hohlhandbinde eine geschlossene Platte bildet und mit der Haut fest verwachsen ist. Von da abwärts strahlen nur noch, entsprechend den vier Fingern, schmale Streifen der Binde aus, welche sich bei gestreckter Hand wohl

bemerkbar machen. Es verlaufen dann vom Handteller aus flache Mulden nach dem 3., 4. und 5. Finger zu und zwischen denselben erhebt sich die Haut, entsprechend den drei Fingerspalten, in kleinen rundlichen Fettpolstern.

Kurzer Hohlhandmuskel

Der obere schmale Teil der Hohlhandbinde ist auf dem queren Handwurzelbande angewachsen und hier ist es, wo an die Binde ein zweiter Muskel herantritt, der kurze Hohlhandmuskel (Fig. 23, V''). Derselbe besteht aus parallelen Fasern, welche am Rande der Hohlhandbinde entspringen und von da quer über den Kleinfingerballen auswärts laufen. Der Muskel setzt sich an die Haut des Kleinfingerballens fest in einer durch feine Hautfurchen bezeichneten Linie; diese wird bei der Zusammenziehung des Muskels eingezogen, so dass die Haut des Ballens sich dann wie ein Polster erhebt. Man kann dies beobachten bei kräftiger Abziehung des Kleinfingers oder auch beim Fassen eines dünnen Stabes, z. B. eines Bleistifts, in die lange Hand, wo jenes Polster sich an den gefassten Gegenstand andrückt.



Beziehungen der Handoberfläche zu den Knochen. *D* „Lebenslinie“. *F* „Monatslinie“. *kB* Falte des Kleinfingerballens. *x* und *xx* Querfalten in der Gegend der Handgelenke. Nach Pansch.

Wechselbeziehungen der Muskeln untereinander

Wenn wir im Vorhergehenden die Muskeln der Hand streng nach den durch sie auszuführenden Bewegungen gesondert haben, so ist dabei natürlich nicht zu übersehen, dass dieselben gelegentlich auch auf andere, als die ihnen vorwiegend zugeteilten Gelenke wirken können; so können z. B. die Fingerbeuger und Fingerstrecker auch die entsprechenden Bewegungen in den Handgelenken bewirken und dergleichen mehr.

Umgekehrt können durch die Muskeln aber auch Hemmungen der Bewegungen in anderen Gelenken bedingt werden, und diese Beziehungen sind weniger leicht erkennbar. Dass der Ringfinger bei der Streckung sich in Abhängigkeit vom Mittelfinger befindet, beruht auf der oben beschriebenen Verbindung seiner Sehne mit den beiden benachbarten Strecksehnen. Bei gebeugtem Mittel- oder Kleinfinger kann bei den meisten Menschen der Ringfinger nicht gestreckt werden. Die desto größere Selbständigkeit des Zeigefingers, namentlich in der Streckung, erklärt sich durch das Vorhandensein des besonderen Streckmuskels an diesem Finger.

Muskeln, welche über mehrere Gelenke verlaufen; Einschränkung der Bewegung durch dieselben

Eine Beziehung allgemeinerer Natur besteht zwischen der jeweiligen Stellung des Handgelenks und der Leistungsfähigkeit der langen Fingermuskeln. Stellt man sein Handgelenk in die äußerste Biegung nach dem Rücken zu, so gehen die beiden Endglieder der Finger von selbst in die Beugestellung über und es ist unmöglich, sie zu strecken. Stellt man umgekehrt sein Handgelenk in die äußerste Biegung nach der Hohlhand zu, so strecken sich die Finger von selbst und es ist unmöglich, sie zu beugen. Erzwingt man diese Fingerbewegungen trotzdem, biegt man z. B. die zur Faust geballte Hand stark nach der Hohlhand zu, so fühlt man einen ziehenden Schmerz über dem Handrücken nach dem Vorderarm verlaufen, und treibt man's weiter, so öffnet sich die Faust wider Willen.

Das erklärt sich folgendermaßen: Bei der Handbiegung nach der Hohlhand zu werden die Fingerstrecker am Handgelenk über einen hochgewölbten Bogen gespannt, umgekehrt bei der Biegung nach dem Handrücken die Fingerbeuger. Da nun die Länge dieser Muskeln nicht ausreichend ist, um trotz dieser Spannung die Bewegung nach der entgegengesetzten Seite bis ans Ende gelangen zu lassen, so gilt der Satz: Biegungen der Hand und Biegungen der Finger nach der gleichen Richtung schränken sich gegenseitig ein.

Aus dieser passiven Beschränkung fließen andererseits für die aktive Beweglichkeit der Finger Vorteile, welche in der Kunstfertigkeit der menschlichen Hand ihre Rolle spielen.

Verstärkung der Bewegung an mehrgelenkigen Muskeln

Spannung versetzt die Muskeln in die günstigste Lage für eine rasche und ausgiebige Kraftleistung. Denn während der nicht gespannte oder gar gefaltete Muskel einen Teil seiner Zusammenziehung verbraucht, um sich zu spannen, und erst nachher an seinem Ansatzpunkt anpacken kann, so wird umgekehrt im passiv gespannten Muskel die geringste aktive Zusammenziehung sofort zur Kraftleistung verwertet werden.

Braucht ein Mensch daher eine kraftvolle Beugung seiner Finger, will er energisch zugreifen, so stellt er sein Handgelenk in Biegung nach dem Handrücken. Will er dagegen mit sanfter Bewegung liebkosend einen Gegenstand berühren, so stellt er sein Handgelenk in Biegung nach der Hohlhand zu. In ersterer Stellung ist die Hand mehr Greifapparat, in letzterer mehr Tastapparat.

Soll umgekehrt die Streckbewegung der Finger mit einiger Kraft ausgeführt werden, so muss die Hand nach der Hohlhand zu gebogen sein, weil die nach dem Rücken gebogene Handstellung die Fingerstrecker lahm legt. Auch dies wird beim Gebrauch der Hände unbewusst befolgt. Betrachten wir den borghesischen Fechter. Seine linke Hand, welche nichts hält, aber mit ihrer Rückenfläche dem Feinde als Schild entgegengehalten wird, verspricht aus der nach der Hohlhand zu gebogenen Stellung eine nachdrückliche Zurückweisung des drohenden Streiches durch die Wirkung der Streckmuskeln. Die rechte dagegen holt mit dem Schwerte aus und durch Biegung nach dem Handrücken zu bereitet sie die Beuger zu wuchtigem Schlage vor.

Mimische Handbewegungen

Damit ist die Motivierung der mimischen Handbewegungen im wesentlichen gegeben. Der Entschluss zu festem Handeln biegt die Hand nach dem Handrücken zu und gleichzeitig die Finger in die Hohlhand, bewirkt also die Bewegung des kraftvollen Zugreifens, welche als »geballte Faust«, auch die Geberde der Drohung ist. Träumerisches Nachgeben dagegen lässt die Hand, nach der Hohlhand zu gebogen, herabsinken. Auch die in den Schoß gelegten Hände, das Bild der Unthätigkeit, sind schlaff nach der Hohlhand zu gebogen.

Daraus wird verständlich, warum Michelangelo's Giuliano de'Medici trotz seiner energisch bewegten Gestalt doch nicht den Eindruck des gewaltigen Feldherrn macht; seine Hand ruht spielend auf dem Kommandostab, den ein wirklicher Schlachtenlenker mit kräftiger Faust umfassen würde.

Zurückweisung kann sich in der Hand bei zwei Stellungen des Vorderarms, entweder in mittlerer Speichenstellung oder in extremer Einwärtswendung der Speiche ausdrücken, d. h. entweder bei einfach vor die Brust gehaltener Hand, oder mit Wendung des Handtellers gegen den zurückgewiesenen Gegenstand hin. In beiden Stellungen wird die Hand im Handgelenk nach dem Körper zu gebogen, d. h. es wird die abwehrende Bewegung gegen den zurückgewiesenen Gegenstand vorbereitet. Die erschreckte Zurückweisung, die den Arm ausstreckt und den Handteller nach außen wendet, biegt die Hand nach dem Handrücken; die schüchterne Abweisung, welche die Hand vor die Brust hebt, biegt dieselbe nach der Hohlhand.

Form der Hand

Wie mannigfaltig die Formen der Hände sind, weiß jeder aus eigener Beobachtung, und wie wichtig für die allgemeine Charakteristik auch die Individualisierung der Hand, braucht kaum betont zu werden. Giebt es doch Personen, welche bei neuen Bekanntschaften alsbald nach den Händen blicken und aus diesen schließen wollen, weß Geistes Kind der Fremde ist.

Wir wollen absehen von der Nagelbildung, welche viele Verschiedenheiten darbietet, und von den mannigfaltigen durch die Beschäftigung bedingten Abweichungen der Handoberfläche. Aber hinweisen müssen wir auf gewisse Schwankungen der

verhältnismäßigen Größenentwickelung der Teile der Hand, nämlich: die mehr oder weniger bedeutende Entwickelung des Daumens und das wechselnde Verhältnis der Länge des Zeigefingers zu der des Ringfingers. Denn diese Punkte sind es, in denen die menschliche Hand von der der menschenähnlichen Affen abweicht, und dieselben haben daher für die Charakterisierung der ersteren ihre Wichtigkeit.

Affen- und Menschenhand

Fassen wir die Hand eines Orang-Utan oder Schimpanse ins Auge, so zeigt sie dieselbe Beweglichkeit wie die des Menschen, auch stimmen beide darin überein, dass am Rücken der Hand das Grundgelenk des Mittelfingers die Mitte der ganzen Handlänge einnimmt. Dagegen erscheint die Hand schmal und lang, weil die Breite des Handtellers nicht die Hälfte der Handlänge erreicht, wie es beim Menschen der Fall zu sein pflegt. Der Daumen des Affen ist dünn und schwach und so kurz, dass er angelegt mit seiner Spitze kaum bis zum Grundgelenk des Zeigefingers reicht; an der entsprechenden Stelle steht an der menschlichen Hand die Mitte des Daumens. Der menschliche Daumen ist also um den Wert seines Endgliedes länger als der Daumen des Affen. Mittel- und Ringfinger sind beim Affen überwiegend stark entwickelt, Zeigefinger und kleiner Finger merklich schwächer, der Zeigefinger beträchtlich kürzer als der Ringfinger. Auch an der menschlichen Hand ist, wenigstens in der Mehrzahl der Fälle, der Zeigefinger um ein geringes kürzer als der Ringfinger, doch kommt auch gleiche Länge beider sowohl, wie ein Überwiegen des Zeigefingers vor. Das letztere Verhalten wird als ein Merkmal schön geformter Hände betrachtet. Die Nagelglieder des Affen sind etwas kürzer und die Nägel kleiner als bei uns.

Relative Länge der Arme

Desgleichen wollen wir schließlich noch auf die relative Länge der oberen Gliedmaßen die Aufmerksamkeit lenken, weil der verhältnismäßig kurze Arm ebenfalls ein Merkmal des Menschen bildet. Der Orang-Utan berührt bei aufrechter Stellung mit den Fingerspitzen seine Knöchel, der Gorilla die Mitte seiner Unterschenkel, der Schimpanse die Kniee; der Mensch aber kann nur bis wenig unter die Mitte seiner Oberschenkel reichen. Und innerhalb des Menschengeschlechts finden sich auch wieder Unterschiede, indem die Arme der Neger 2 bis 3 Zoll tiefer als die der europäischen Völker, ja bisweilen bis zum oberen Rande der Kniescheibe herabreichen sollen.

Höchst bemerkenswert aber ist es, dass die Länge des Armes sich verändern kann mit den Lebensgewohnheiten einer Bevölkerung; in Nordamerika und England haben zahlreiche Messungen des Militärs ergeben, dass die Arme der Matrosen kürzer, ihre Beine aber länger sind, als die der Landsoldaten. Wollte man daher eine Rangordnung der Menschheit einzig nach der relativen Kürze der Arme aufstellen, so stünden die Matrosen obenan.

UNTERE GLIEDMASSEN.

Oberschenkel und Hüfte.

(Fig. 30 bis 70.)

Becken

Den Gürtel der unteren Gliedmaßen haben wir bereits oben (S. 71) als Teil des Rumpfskelettes kennen gelernt. Er wird jederseits durch die zu einem einzigen Knochen, dem Hüftknochen, verschmolzenen drei Stücke, das Darmbein, Schambein und Sitzbein, dargestellt. Die Hüftknochen beider Seiten verbinden sich sowohl untereinander, als auch mit dem Kreuzbein zu einem einheitlichen Skelettstück, dem Becken, welches wir als Ganzes ebenfalls bereits besprachen. An der äußeren Fläche des Beckens, an der Stelle, wo die drei Bestandteile des Hüftknochens zusammenstoßen, befindet sich die Hüftpfanne, eine halbkugelige Aushöhlung, in der der Kopf des Oberschenkelknochens eingelenkt ist. Wenn man die Form des Hüftknochens einer Sanduhr vergleicht, so liegt die Hüftpfanne mit ihrem oberen Rande in dem eingezogenen Teil derselben, mit ihrem Umfang in der unteren Hälfte (vgl. Fig. 11). Über ihr steht die breite Schaufel des Darmbeins, nach vorn liegt das Schambein, nach hinten und unten das Sitzbein. Der obere Rand des Darmbeins ist als Darmbeinkamm (*a*) seiner ganzen Länge nach unter der Haut durchzufühlen; er endet vorn als vorderer oberer Darmbeinstachel (*b*). Vom hinteren Rande des Sitzbeins gehen zum Kreuzbein zwei starke Bänder (*1* und *2*, Fig. 37), welche den festen Zusammenhalt des Beckens unterstützen und zwei Öffnungen, die Sitzbeinlöcher, umgrenzen. Am skelettierten Becken findet sich unterhalb der Hüftpfanne zwischen Schambein und Sitzbein eine große ovale Öffnung (Foramen obturatum), welche im Leben durch eine Membran und durch Muskeln (*D*, Fig. 37) geschlossen ist. Der untere Rand des Sitzbeins ist verdickt und wird der Sitzhöcker (Tuber ischiadicum) genannt.

Oberschenkelknochen

Der Oberschenkelknochen (Femur) ist das längste und schwerste Stück des ganzen Knochengerüstes; ein langer Schaft, der oben und unten zu verdickten Enden anschwillt.

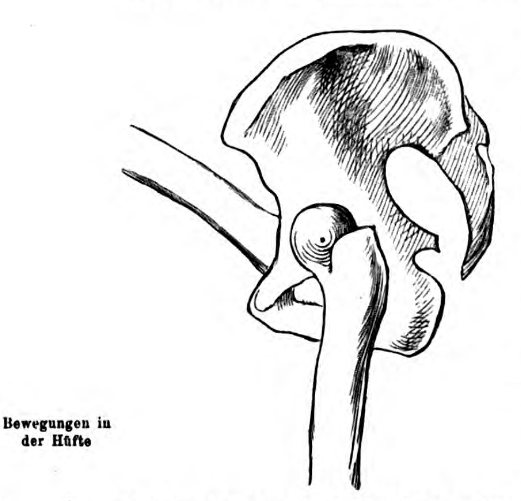
Das obere Ende zeigt den Kopf (*g*), der mit seinem Halse auf dem Schaft nicht gerade, sondern schief nach innen geneigt, angesetzt ist. Der Hals steckt so zu sagen in einem Kragen, d. h. er ist von einer schräg verlaufenden Knochenleiste umgeben. Oben und außen ist dieselbe stark gewulstet und bildet so den großen Rollhügel (*h*), innen und unten tritt sie als kleiner Rollhügel (*i*) nach einwärts hervor. Zwischen beiden Rollhügeln verläuft hinten ein stark vortretender Kamm (Crista intertrochanterica), vorn nur eine Rauhigkeit (Linea intertrochanterica) schräg herab.

Der Schaft (*k*) ist dreiseitig, vorn aber abgerundet, nur hinten läuft eine scharfe Kante (Linea aspera) herab. Nach unten zu teilt sich dieselbe, so dass zwei hintere Ränder entstehen, welche eine dreiseitige, ebene Knochenfläche, die Kniekehlenfläche (Planum popliteum, *k'* Fig. 34), begrenzen.

Das untere Ende ist sehr breit und massig. Es trägt eine gewaltige Gelenkrolle, welche im hinteren Teil in eine innere und äußere Rolle (Condylus medialis et lateralis) sich teilt, entsprechend dem inneren und äußeren Knorren (Epicondylus medialis, *m* et lateralis, *l*). Die gemeinsame Achse beider Rollen liegt horizontal von einer Seite zur andern, es ist die Hauptachse des Kniegelenks; der Schaft steht auf ihr nicht senkrecht, sondern von der senkrechten um etwa 8° nach außen geneigt, in der Art, dass der im Winkel an den Schaft gesetzte Schenkelkopf mit seinem Mittelpunkt doch wieder senkrecht über die Mitte der queren Kniegelenkachse zu stehen kommt. Der Knochen liegt also im Fleisch des Oberschenkels nicht mitten drin, sondern schräg von außen nach innen herab; oben und außen ist der große Rollhügel (*h*) unter der Haut durchzufühlen, unten am Knie der innere (*m*) sowohl wie der äußere Knorren (*l*).

Hüftgelenk

Das Hüftgelenk (Articulatio coxae) ist ein Kugelgelenk, den in der Mechanik verwendeten Nussgelenken sehr ähnlich. Der Gelenkkopf stellt etwa $^2/_3$ einer Kugel von $2^1/_2$ cm Halbmesser dar, die Pfanne eine halbe Hohlkugel gleicher Größe. Da der Kopf bis zu seinem größten Umfang von der Pfanne umfasst wird, so ist in dieser Verbindung fester Schluss und freie Beweglichkeit auf das Glücklichste vereinigt. Der elastische Pfannenrand liegt in allen Stellungen der Oberfläche des Kopfes innig an, als Abschlussventil für den Berührungsspalt des Gelenks. In allen Stellungen schließt er diesen sorgfältig ab und sichert dadurch den Zusammenhalt, der sich hier wie in allen Gelenken schon durch die allgemeine Wirkung des Luftdruckes auf die Körperoberfläche erhält (vgl. S. 5).


Becken und Oberschenkelknochen, von der linken Seite gesehen. Links Streckung, rechts Beugung. Die Lage der Achse für Beuge- und Streckbewegung ist durch einen Punkt bezeichnet.

Bewegungen in der Hüfte

Wie im Schultergelenk, so können auch im Hüftgelenk alle durch den Mittelpunkt der Kugel gehenden Linien als Achsen der Bewegung dienen. Wir wollen aber auch hier unsere Betrachtung auf die drei Achsen des Raumes beziehen. Wir finden dann: 1) die Beuge- und Streckbewegung um eine quere, für beide Gelenke übereinstimmende Achse. Diese Bewegung ist die wichtigste des Gelenks, denn sie kommt für die Körperhaltung in Betracht, beim Stehen und Gehen, dem Sitzen und Liegen, und musste daher oben bereits in die Erörterung der aufrechten Haltung hereingezogen werden (s. S. 71). Die Achse tritt auf beiden Seiten durch den oberen Rand des großen Rollhügels aus, an der Stelle also, wo, in gleicher Höhe mit dem oberen Schambeinrand, das untere Ende des Rumpfes seine größte Breite hat, die Hüftenbreite der Proportionsfiguren. Der obere Rand des Rollhügels behält daher bei den gewöhnlichen Beuge- und Streckbewegungen seine Lage zum Becken unverändert. Er liegt ziemlich genau in der kürzesten Verbindungslinie, die man an der Oberfläche vom vorderen oberen Darmbeinstachel zum Sitzhöcker

ziehen kann. Der ganze Spielraum der Bewegung beträgt nahezu anderthalb rechte Winkel. Derselbe kann aber nur dann ganz ausgenutzt werden, wenn sich der Beugung in der Hüfte zugleich Beugung im Knie zugesellt; denn bei gestrecktem Knie hemmen die vom Sitzbein entspringenden Beugemuskeln des Knies die Bewegung, welche bei gebogenen Knieen bis zur Berührung von Oberschenkel und Bauchfläche geführt werden kann. Die Streckung wird durch Anspannung eines starken, im vorderen Teil der Gelenkkapsel liegenden Bandes, des Ligamentum iliofemorale, gehemmt, von welchem, wie wir oben (S. 73) sahen, bei der schlaffen Körperhaltung der Rumpf, passiv hintenüber hängend, getragen wird.

2) Die An- und Abziehung, welche die Beine entweder zu einander und aneinander vorüber bewegt, oder sie von einander entfernt; Bewegungen also um eine von hinten nach vorn durch den Drehpunkt zu denkende Achse. Der Spielraum der Bewegung beträgt nahezu einen rechten Winkel, jedoch nur in der halbgebeugten Stellung, welche die Hüfte z. B. beim Sitzen einnimmt; die extremen Stellungen der Beugung und Streckung schließen sie durch Bänderspannung nahezu aus. Daher können wir nur beim Sitzen die Beine übereinander schlagen, in ausgestreckter Rückenlage ist die Kreuzung nur in den Unterschenkeln ausführbar.

3) Die Rollbewegung um die vom Drehpunkt aus im Innern des Beines herab verlaufende Achse. Auch für diese Bewegung kann der Spielraum nur in der mittleren Beugestellung ganz ausgenutzt werden und beträgt dann ebenfalls annähernd einen rechten Winkel.

Muskeln der Hüfte

In der Muskulatur der Hüfte finden sich keine Muskeln, welche jenen Muskeln der oberen Gliedmaßen vergleichbar wären, die, wie der Kappenmuskel, vom Stammskelett zum Schultergürtel verlaufen. Das kommt daher, dass der Gürtel der unteren Gliedmaßen nicht, wie der Schultergürtel, beweglich mit dem Stammskelett verbunden, sondern fest mit ihm verwachsen ist, zur Bildung des Beckens (vgl. S. 71). Der Muskelapparat der Hüfte ist infolge dessen sehr viel einfacher, als der der Schulter. Zwischen Stammskelett und Oberschenkel ist nur ein Gelenk vorhanden, und nur auf dieses können die Muskeln bewegend einwirken. Ordnen wir sie wieder nach der Art der Bewegungen, so ergeben sich folgende Gruppen.

Beuger

1) Der große Beuger ist der Darmbeinlendenmuskel (M. iliopsoas), der durch die Vereinigung von zwei Muskeln entsteht. Der Lendenmuskel (M. psoas major, *E*, Fig. 30) entspringt zu beiden Seiten der Lendenwirbelsäule und verläuft als cylindrischer Muskelkörper in der hinteren Wand der Bauchhöhle herab. Er vereinigt sich in der Leistengegend mit dem von der inneren Fläche der Darmbeinschaufel entspringenden Darmbeinmuskel (M. iliacus, *E*), tritt als vereinigter Lendendarmbeinmuskel unter dem Leistenbande (*N'*, Fig. 10) hervor zum Oberschenkel, wo er sich am kleinen Rollhügel (*i*, Fig. 31) befestigt, diesen ganz in Anspruch nehmend. Der Muskel ist, wie erwähnt, von außen ganz unzugänglich. Er zeichnet sich durch zartes Fleisch aus und wird deshalb an den uns zur Nahrung dienenden Tieren als »Lende« besonders geschätzt.

Strecker

Um so sichtbarer von außen ist der große Gesäßmuskel (M. glutaeus maximus, Fig. 12, 14, *W*, Fig. 33, 35, *A*). Dies ist der Hauptstreckmuskel der Hüfte, seine gewaltige Entwickelung entspricht der Bedeutung, die diese Bewegung für den Gang auf zwei Beinen hat. Der Muskel entspringt am hinteren Ende des Darmbeinkammes und am Kreuz- und Steißbein, wölbt sich mit seinen dicken Bündeln schräg nach unten und außen, die obersten seiner Bündel gehen in die breite Binde des Oberschenkels (Fig. 12, *P'*, Fig. 35, *F'*) über, während die Hauptmasse des Muskels sich an dem Oberschenkelknochen ansetzt unterhalb des großen Rollhügels.

Anzieher

2) Die Anzieher bilden eine besondere Gruppe an der inneren Seite des

Oberschenkels (Fig. 30—37, *K*, *L*, *K'*). Sie entspringen am Scham- und Sitzbein und gehen mit nach unten mehr und mehr divergierenden Fasern schräg zur hinteren Kante des Oberschenkelknochens. Der stärkste ist der große Anzieher (K'), welcher die Grundlage der ganzen Gruppe und die Scheidewand zwischen den vorderen und hinteren Muskeln des Oberschenkels bildet; er reicht mit seinem Ansatz bis zum inneren Knorren des Oberschenkelknochens herab. Zu der Gruppe gehört auch der Kammmuskel (M. pectineus, *J*), der, vom oberen, scharfen Rande des Schambeins (Pecten ossis pubis) entspringend, neben dem Darmbeinlendenmuskel unter dem Leistenbande hervortritt und zum Oberschenkelknochen geht, und der schlanke Muskel (M. gracilis, Fig. 37, *L*), der, vom unteren Rande des Schambeins entspringend, als dünnes aber breites Band herab verläuft, im unteren Drittel des Oberschenkels zu einer dünnen runden Sehne wird und sich am Schienbein ansetzt.

Abzieher

Abzieher sind die Gesäßmuskeln, namentlich der mittlere (M. glutaeus medius, Fig. 12, *V*, Fig. 33, *B*) und der von diesem ganz verdeckte kleine Gesäßmuskel (M. glutaeus minimus). Diese nehmen mit ihrem Ursprung die ganze äußere Fläche der Darmbeinschaufel ein und befestigen sich mit stark konvergierenden Fasern an der oberen Fläche des großen Rollhügels. Ihr mittlerer Teil ist ausschließlich abziehend, die vorderen und hinteren Abschnitte nur dann, wenn beide gleichzeitig wirken.

Auch der Spanner der Schenkelfascie (M. tensor fasciae latae, Fig. 12, *P*, Fig. 33, *F*), der vom Darmbeinkamm neben dem vorderen oberen Darmbeinstachel entspringt und in die Oberschenkelbinde übergeht, ist Abzieher, kann aber auch zu der folgenden Bewegung mitwirken.

Rollmuskeln

3) Einwärtsrollung des Oberschenkels geschieht durch den vorderen Teil des mittleren und kleinen Gesäßmuskels und durch den Spanner der Schenkelfascie. Die Abziehung, welche durch die Zusammenziehung dieser Muskeln gleichzeitig auch herbeigeführt werden würde, muss durch gleichzeitige Wirkung der Anzieher aufgehoben werden.

Die Muskeln der Auswärtsrollung sind stärker als die der Einwärtsrollung. Daher schaut in der Ruhestellung die Vorderfläche des Beines nicht gerade nach vorn, sondern ein wenig auswärts und die queren Achsen der beiden Kniegelenke liegen nicht in einer geraden Linie, sondern ihre inneren Enden kreuzen sich vor den Knieen.

Der kräftigste Auswärtsroller ist der große Gesäßmuskel; außer ihm und dem hinteren Teil des mittleren Gesäßmuskels finden sich noch eine Reihe kleinerer Muskeln, welche vom Becken entspringen und hinter dem Hals des Oberschenkelknochens zum großen Rollhügel verlaufen. Wir wollen sie als die kleinen Rollmuskeln zusammenfassen; dieselben eingehender zu beschreiben, ist unnötig, da sie, von außen völlig unzugänglich, in der Tiefe liegen. Zwei von ihnen entspringen im Innern des Beckens und sind daher in Fig. 37, welche die Beckenwandung von innen zeigt, bei *C* und *D* sichtbar.

Außer den angeführten Muskeln, welche die Gruppe der Hüftmuskeln bilden, wirken auch die langen Muskeln des Oberschenkels auf das Hüftgelenk. Da dieselben aber zugleich und vorzugsweise dem Kniegelenk angehören, so werden wir sie erst im Zusammenhang mit diesem besprechen.

Unterschenkel und Knie.

(Fig. 30 bis 37.)

Unterschenkel

Das Skelett des Unterschenkels besteht, wie das des Vorderarms, aus zwei Knochen, Schienbein und Wadenbein, unterscheidet sich von jenem aber dadurch dass diese beiden Knochen nicht aneinander beweglich sind, sondern ein einheitliches Zwischenglied zwischen Oberschenkel und Fuß darstellen.

Schienbein

Das Schienbein (Tibia) ist im wesentlichen der Träger beider Gelenke, des Kniegelenks sowohl wie des Fußgelenks. Dem entsprechend ist es auch in allen seinen Abschnitten bedeutend stärker als das Wadenbein. Sein dreiseitig-prismatischer Schaft schwillt oben und unten zu Gelenkenden an, die von einer Seite zur anderen einen größeren Durchmesser haben, als von hinten nach vorn.

Von den drei Seiten des Schaftes schauen zwei nach vorn, eine nach hinten. Die beiden ersteren, die als innere und äußere Fläche unterschieden werden, sind durch die scharf vorspringende Schienbeinkante (*q*) voneinander getrennt. Die innere Fläche ist ein wenig gewölbt, sie liegt in ihrer ganzen Ausdehnung unmittelbar unter der Haut. Auch die Schienbeinkante ist nur von Haut bedeckt, so dass etwaige Stöße von außen sehr schmerzhaft sind. Die äußere Fläche ist ein wenig gehöhlt, sie ist durch Muskeln, welche an ihr herab verlaufen, bedeckt und von außen unzugänglich. Auch die hintere Fläche liegt unter der Muskulatur begraben.

Das obere Ende (*o*) lässt die drei Seiten nicht mehr unterscheiden, zeigt vielmehr einen mit dem größten Durchmesser quergestellten ovalen Umfang. Nach vorn springt, wie eine Nase, der Schienbeinhöcker (*p*, Fig. 36) vor, welcher den Ansatzpunkt eines starken Bandes, des Kniescheibenbandes (H''') bildet. Im Sinne der Mechanik muss dieses Band als Ansatzsehne des großen Streckmuskels aufgefasst werden, welche durch die Kniescheibe (*n*) vor dem Kniegelenk herabgeleitet wird. Die Kniescheibe ist demnach ein Sehnenknochen, wie die Sesambeinchen der Großzehe (*q*, Fig. 43, 45), nur viel größer.

Wadenbein

Das Wadenbein (Fibula) ist ein dünner, kantiger Knochen, dessen oberes Ende, Köpfchen (*r*), in nahezu unbeweglicher Verbindung, außen hinten am äußeren Schienbeinknorren befestigt ist. Der Knochen ist unter den Muskeln, die an ihm herabverlaufen, für die tastende Hand bei einigem Druck überall durchfühlbar, sein unteres Viertel liegt vor den nach hinten weichenden Muskeln unter der Haut frei und endigt als äußerer Knöchel (*s*, Fig. 33). Durch diesen letzteren beteiligt sich das Wadenbein an der Bildung des Fußgelenkes (vgl. unten S. 111).

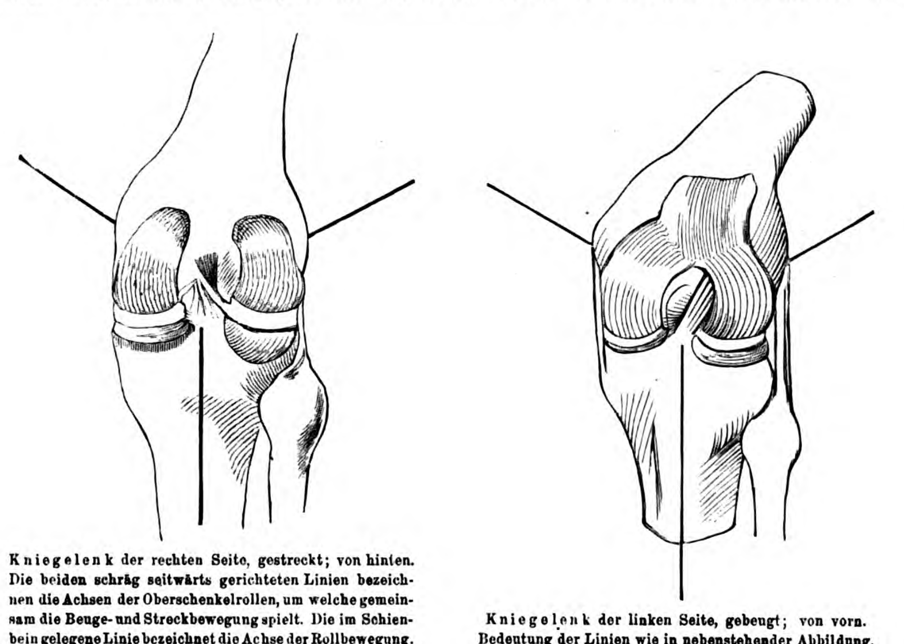
Schienbein und Wadenbein sind oben und unten so unbeweglich verbunden, dass man sie als ein Stück betrachten kann, dessen Zusammenfügung aus zwei Bestandteilen nur den Vorteil gewährt, dass die Gabel, die sie mit ihren unteren Enden bilden, elastisch federt.

Kniegelenk

Das Kniegelenk (Articulatio genu) ist das gewaltigste Charnier des ganzen Körpers. Die in ihm aneinander tretenden Teile sind oben: Oberschenkelknochen, unten: Schienbein und Kniescheibe. Das Eigentümliche des Gelenks besteht darin, dass es, obwohl vorwiegend für die eine, horizontal verlaufende Charnierachse ausgebildet, dennoch in gewissen Stellungen eine zweite, senkrechte Achse darbietet und dadurch, neben der Hauptbewegung von Beugung und Streckung, auch eine Rollbewegung oder Einwärts- und Auswärtswendung des Unterschenkels gestattet. Daraus ergiebt sich für die Konstruktion sofort eine Bedingung, ohne deren Erfüllung jene Kombination undenkbar wäre. Nämlich die, dass die Gelenkfläche des Schienbeins die Oberschenkelrolle nicht in fest anschließender Krümmung umfassen

darf, wie es die Elle an der Oberarmrolle thut, denn dann wäre jede andere als die Beugebewegung ausgeschlossen. Es muss vielmehr zwischen die beiden Knochen ein Zwischenglied eingeschaltet sein, welches einerseits der Oberschenkelrolle eine entsprechend gekrümmte Pfanne darbietet, andererseits dem Schienbein Flächen zukehrt, an denen die Bewegung um die senkrechte Achse ausführbar ist. Diese Ansprüche werden durch die halbmondförmigen Bandscheiben erfüllt.

Jedes Kniegelenk besteht demnach gewissermaßen aus zwei Gelenken, einem oberen, zwischen Oberschenkel und Bandscheiben, mit quer gestellter Achse, und einem unteren, zwischen Bandscheiben und Schienbein, mit senkrechter Bewegungsachse. Wie schon erwähnt, ist die Oberschenkelrolle durch einen Einschnitt in zwei



Kniegelenk der rechten Seite, gestreckt; von hinten. Die beiden schräg seitwärts gerichteten Linien bezeichnen die Achsen der Oberschenkelrollen, um welche gemeinsam die Beuge- und Streckbewegung spielt. Die im Schienbein gelegene Linie bezeichnet die Achse der Rollbewegung.

Kniegelenk der linken Seite, gebeugt; von vorn. Bedeutung der Linien wie in nebenstehender Abbildung.

Rollen, eine innere und eine äußere, geteilt, deren Knorpeloberflächen nur vorn durch Dazwischentreten einer dritten, der Kniescheibenrolle, verbunden sind, mit welcher die Kniescheibe in Berührung steht.

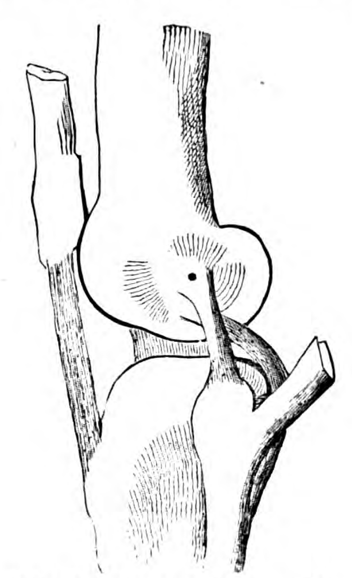
Kniescheibe

Die Kniescheibe (Patella) beteiligt sich an der eigentlichen Gelenkverbindung des Knies nicht. Sie ist lediglich ein Leitknochen, der die Lage der Strecksehne vor dem Gelenk während der Bewegungen sichert und nebenbei den Gelenkspalt, wie ein Schild, von vorn her schützt. Die Kniescheibenrolle des Oberschenkels ist von oben nach unten konvex und von einer Seite zur andern ausgehöhlt, wie ein Rad mit doppeltem Spurkranze, in dessen Rinne die Kniescheibe hineinpasst. Der von oben nach unten gewölbten Krümmung der Rolle entspricht eine Konkavität der Kniescheibe, die Krümmungsachse der Rolle ist demnach die Bewegungsachse für die Verschiebungen der Scheibe. Da die Kniescheibe durch das Kniescheibenband (H''', Fig. 37) derart mit dem Schienbein vereinigt ist, dass beide gewissermaßen ein einziges Skelettglied darstellen, so macht sie jede Beugung und Streckung des Schienbeins mit und verändert dabei ihre Stellung zum Oberschenkel in der Art, dass sie im gestreckten Knie, hoch oben stehend, die Rolle nur mit einem kleinen unteren Abschnitt berührt, im gebeugten dagegen, an die untere Fläche des Oberschenkelknochens

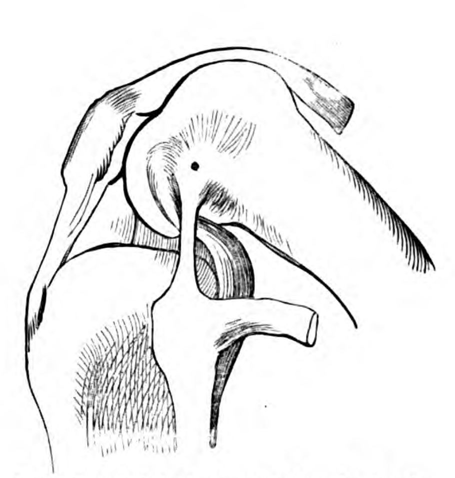
herabgetreten, den größeren oberen Teil ihrer Gelenkfläche an diesen anlegt (vgl. die untenstehenden Holzschnitte). Beim Knieen ruht der Körper auf der Kniescheibe.

Äußere Form des Knies

Die Verschiebungen der Kniescheibe sind es, die die Formveränderungen des Knies beim Übergang aus gestreckter in gebeugte Stellung bedingen. Am gestreckten Bein und auch noch im Anfang der Beugung bildet die Kniescheibe deutlich vortretend den Gipfel des Knies. Nähert sich die Beugung einem rechten Winkel, so tritt, oberhalb der mit ihren Rändern nicht mehr vorspringenden Kniescheibe, die Kniescheibenrolle des Oberschenkelknochens an die Oberfläche und bildet durch ihren äußeren Rand, der höher ist als der innere, eine fast rechtwinklig abgeschnittene äußere Kante des Knies. Bei weitergehender Beugung wird diese Kante immer schärfer, und gleichzeitig tritt die innere Oberschenkelrolle als abgerundeter Wulst zu Tage. Zwischen diesem Wulste, der Kniescheibe und der äußeren Kante der Kniescheibenrolle entsteht auf dem gebeugten Knie eine Ebene, in der unter der Haut das Gelenk nur noch von der gemeinschaftlichen Sehne des vierköpfigen Streckmuskels bedeckt ist.



Linkes Kniegelenk in Streckung; von der linken Seite gesehen. Der Punkt bezeichnet die Lage der Charnierachse.



Linkes Kniegelenk in Beugung; die Lage der Charnierachse unverändert. — In beiden Holzschnitten ist der Kniekehlenmuskel dargestellt in seinen Beziehungen zum äusseren Seitenband und zur Lage der Charnierachse.

Bewegungen im Kniegelenk

Hinsichtlich der in ihm ausführbaren Bewegungen ist das Kniegelenk als eine Zusammensetzung aus den oben unterschiedenen zwei Gelenken zu betrachten. Weitaus das wichtigere dieser beiden ist das obere, welches man als eigentliches Kniegelenk bezeichnen könnte. In ihm dreht sich das durch die Bandscheiben ergänzte Schienbein um die gemeinsame Krümmungsachse der beiden Oberschenkelrollen, welche horizontal verlaufend durch die beiden Knorren (*m*, *l*) austritt (in obenstehenden Holzschnitten als Punkt erscheinend). Diese Bewegung spielt zwischen geradliniger Streckung und spitzwinkliger Beugung. Denn da der Durchmesser der Bandscheiben in der Richtung der Bewegung, d. h. von vorn nach hinten, längst nicht halb so groß als der Umfang der Rollen ist, so ergiebt sich ein Spielraum, der viel über einen rechten Winkel, etwa 160° beträgt. Am Ende der Streckung bildet Ober- und Unterschenkel eine gerade Linie; die Beugung dagegen kann bis zur Berührung der Ferse mit dem Sitzhöcker geführt werden. Freilich kann dies im letzten Teil

der Bewegung nicht durch die Wirkung der Beugemuskeln geschehen, sondern nur passiv entweder mit Hilfe des Armes oder durch Schleuderbewegungen des Unterschenkels, oder auch durch die Schwere des Körpers bei jener hockenden Stellung, in der die Neger auf der Erde zu sitzen pflegen, wobei Hüften und Kniee sich in äußerster Beugung befinden und die Sitzhöcker auf den Fersen ruhen.

Eine Eigentümlichkeit der Beuge- und Streckbewegung besteht darin, dass der Unterschenkel am Ende der Streckung notwendigerweise eine geringe Rotation mit der Fußspitze nach außen ausführt. Das rührt daher, dass die innere Oberschenkelrolle mit ihrem vorderen Ende sich nach auswärts, d. h. nach der äußeren Rolle hin biegt und dadurch dem inneren Schienbeinknorren gestattet, am Ende der Streckung, um den bereits stillstehenden äußeren Knorren herum, ein wenig weiter zu gleiten. Bei vollständig gestrecktem Bein muss demnach der Fuß mehr auswärts stehen, als bei nicht völlig gestrecktem.

Diese Schlussrotation in der Streckung darf nicht verwechselt werden mit der eigentlichen Rollbewegung des Schienbeins, denn diese findet in dem unteren Gelenk statt, zwischen Schienbein und Bandscheiben. Ihr Spielraum ist bei rechtwinklig gebeugtem Knie am größten und beträgt dann etwa einen halben rechten Winkel. Bei gestrecktem Knie ist diese Bewegung ganz unmöglich, weil hier beide Seitenbänder (*3*, *4*, Fig. 33, 37) straff gespannt sind. Nur dadurch dass das äußere Seitenband, abweichend von anderen Charniergelenken, am Knie nicht genau an der Austrittsstelle der Drehungsachse, sondern weiter hinten angewachsen ist und infolge dessen bei der Beugung sich in Falten legt, nur dadurch ist die Ein- und Auswärtswendung des Schienbeins ermöglicht. Daher ist es auch vorzugsweise der äußere Schienbeinknorren, der diese Bewegung ausführt, sich gewissermaßen um den anderen dreht. Wenn man bei gebeugtem Knie, also z. B. in sitzender Stellung, die Rollbewegung des Schienbeins ausführt, d. h. die Fußspitze abwechselnd ein- und auswärts bewegt, so kann die angelegte Hand das Vor- und Zurücktreten des äußeren Schienbeinknorren deutlich fühlen. Wird bei gestrecktem Knie das Bein als Ganzes rotiert, so dass sich die Fußspitze abwechselnd ein- und auswärts bewegt, so ist bei dieser Bewegung das Kniegelenk ganz unbeteiligt, dieselbe ist lediglich Rollbewegung in der Hüfte.

Muskeln am Oberschenkel.

Die Anordnung der Muskulatur des Knies, welche die Hauptmasse der Muskeln des Oberschenkels ausmacht, ist eine sehr übersichtliche. Vorn die Gruppe der Knie-Strecker, hinten die der Knie-Beuger. Außen stoßen beide Gruppen unmittelbar aneinander, innen sind sie durch die oben bereits besprochene Gruppe der Anzieher des Oberschenkels geschieden.

Beuger des Knies.

Die Beugemuskeln des Knies kommen größtenteils vom Becken herab. Drei entspringen am Sitzhöcker, nämlich: der lange Kopf des zweiköpfigen Schenkelmuskels (Fig. 35, *O*), der halbsehnige (*N*) und der halbhäutige (*M*) Muskel. Die beiden ersteren sind mit ihren fleischigen Ursprüngen verschmolzen und verdecken die membranartige Ursprungsehne des letzteren; dieser stellt dagegen weiter unten einen starken Fleischbauch dar, in dem Bereich, wo der halbsehnige im Gegenteil in eine lange, runde Sehne übergegangen ist. Alle drei bilden zusammen eine rundliche Muskelmasse, die am unteren Rande des großen Gesäßmuskels zum Vorschein kommt (Fig. 35). Unterhalb der Mitte des Oberschenkels teilt sich dieselbe in zwei Wülste, welche nach unten auseinander weichend eine oben spitzwinklig begrenzte Grube, die Kniekehle (Poples), zwischen sich fassen. Der zweiköpfige Muskel bildet die

äußere Wand der Kniekehle, nimmt den kurzen Kopf von der Mitte des Oberschenkelknochens auf und setzt sich an das Wadenbeinköpfchen. Die beiden anderen bilden die innere Wand der Kniekehle und befestigen sich am oberen Ende des Schienbeins, der halbhäutige (*M*) dicht unterhalb des Gelenks, der halbsehnige (*N*) mehr nach unten und vorn, auf der inneren Fläche des Schienbeins (Fig. 37).[1] Neben ihm setzen sich noch zwei lange Muskeln an und nehmen das Knochengebiet nach innen vom Schienbeinhöcker ganz ein: zunächst der schlanke Muskel (*L*), welcher bei gestrecktem Knie Anzieher des Beins ist und als solcher oben schon beschrieben wurde, welcher dagegen, sobald das Knie gebeugt ist, eben so wirkt, wie der folgende; und sodann der Schneidermuskel (*G*), dessen Ansatzsehne an der genannten Stelle des Schienbeins die breiteste ist und dessen Fleischfasern die längsten am ganzen Körper sind. Er entspringt am vorderen oberen Darmbeinstachel (*b*), verläuft mit parallelen Fasern spiralförmig um den Oberschenkel herum, auf der Grenze der Streckmuskeln und der Anzieher, tritt oberhalb des Knies auf die Beugeseite und gelangt so mit den Beugern zu seinem Ansatz. In seinem oberen Teil ist der Schneidermuskel Beuger des Hüftgelenks, in seinem unteren Teil Beuger des Knies. Er ist also in der That in der günstigsten Lage, um mitzuwirken, wenn man, wie der Schneider bei der Arbeit, den Unterschenkel des einen Beines auf das Knie des anderen legt.

Schneidermuskel

Die Streckmuskulatur besteht einzig und allein in dem vierköpfigen Schenkelmuskel (*H*, *H'*, *H''*), welcher die bei weitem überwiegende Muskelgruppe am Oberschenkel bildet und mit seinen Ursprüngen den Schaft des Oberschenkels völlig einschließt, so dass nur an der nach hinten schauenden »rauhen Linie« Raum für die Befestigung anderer Muskeln bleibt. Er besteht aus vier zu gemeinsamem Ansatze vereinigten Muskeln, von denen jedoch nur drei äußerlich sichtbar sind. Der gerade Schenkelmuskel (*H*) entspringt mit starker Sehne am vorderen unteren Darmbeinstachel (*c*). Er stellt eine lange Spindel vor, dessen obere Spitze zwischen dem Spanner der Schenkelfascie und dem Schneidermuskel versteckt liegt; seine untere Spitze geht, etwas abgeplattet, in die gemeinschaftliche Sehne über. Der äußere große Schenkelmuskel (*H'*) und der innere große Schenkelmuskel (*H''*) greifen mit ausgedehnten fleischigen Ursprüngen um den Schaft des Oberschenkelknochens ganz herum und entspringen, der erstere von der äußeren, der letztere von der inneren Lippe der „rauhen Linie“.

Strecker des Knies

Die beiden großen Schenkelmuskeln liegen als gewaltige Fleischwülste zu beiden Seiten des geraden Schenkelmuskels (Fig. 30). Der innere reicht 2 bis 3 Finger breit tiefer herab als der äußere, was für die Gestalt des Knies wichtig ist.

Beide befestigen sich in gemeinsamer breiter Sehne an den oberen Rand der Kniescheibe. Die oberflächlichen Fasern dieser Sehne gehen über die vordere Fläche dieses Knochens hinweg direkt in das sog. Kniescheibenband (*H'''*) über. Dieses Band ist nichts anderes, als die starke Endsehne des vierköpfigen Schenkelmuskels, durch welche dieser Muskel sich an dem Schienbeinhöcker befestigt.

Strecksehne

Was die Rollbewegung des Unterschenkels anlangt, so ist nur ein einziger Muskel da, der auch bei gestrecktem Knie die Richtung der senkrechten Achse kreuzt, der sog. Kniekehlenmuskel (M. popliteus). Derselbe liegt eigentlich nicht in der Kniekehle, sondern unter der Wadenmuskulatur verborgen; nur seine Sehne tritt unter dem äußeren Seitenband des Kniegelenks durch, zum äußeren Oberschenkelknorren, wie die Holzschnitte S. 105 es darstellen. Er hat einen so schrägen Faserverlauf, dass er sich in allen Stellungen in günstiger Lage befindet für die Drehung des Unterschenkels mit der Fußspitze nach innen. Außer ihm können im gebeugten Knie auch die Beuger als Rollmuskeln wirken. Und zwar sind es dann die am Schienbein sich

Rollmuskeln des Schienbeins

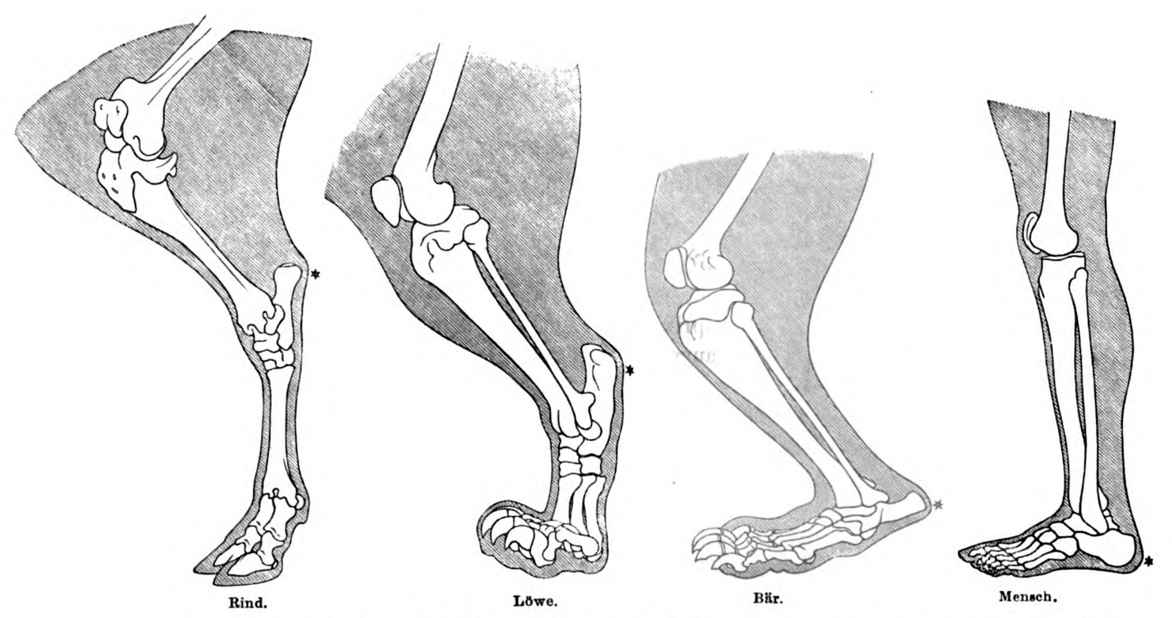
befestigenden Beuger (Schneidermuskel, schlanker, halbsehniger und halbhäutiger Muskel), welche die Wendung mit der Fußspitze einwärts bewirken, und der am Wadenbeinköpfchen angreifende zweiköpfige Schenkelmuskel, der die Wendung mit der Fußspitze auswärts ausführt.

Unterschenkel und Fuſs.

(Fig. 30 bis 45.)

Fußskelett

Das Skelett des Fußes ist im allgemeinen entsprechend dem der Hand gegliedert, nämlich in Fußwurzel, Mittelfuß und Zehen. Der Hauptunterschied von jenem beruht in der Größenentwickelung der Fußwurzel, hauptsächlich der ersten beiden Knochen derselben. Die Fußwurzel besteht nämlich wie die Handwurzel aus sieben Knochen. Dieselben sind aber nicht wie dort annähernd gleich groß und in



Skelett der hinteren Gliedmaßen einiger Säugetiere im Vergleich mit dem des menschlichen Beines. Die Sternchen bezeichnen die Lage des Fersenhöckers bei den verschiedenen Formen.

zwei Reihen zu drei und vier geordnet, sondern sie scheiden sich in zwei hintere Knochen, Sprungbein und Fersenbein, die viel größer sind als die anderen, und fünf vordere, welche an die hinteren in einer von einem Fußrande zum anderen durchgreifenden Grenzlinie anstoßen.

Gewölbe

Die Haupteigentümlichkeit erhält ferner das Fußskelett dadurch, dass Sprungbein und Fersenbein nicht nebeneinander, sondern aufeinander liegen. Das Sprungbein allein trägt den Unterschenkel, und das Fersenbein ist zu einem nach hinten stark ausgreifenden Fortsatz entwickelt und bildet die Ferse (Calx). Das alles bedingt die Gewölbespannung, das Merkmal des menschlichen Fußes, welcher den Boden nur an drei Stellen berührt, mit der Ferse, dem Großzehenballen und dem Mittelfußballen der kleinen Zehe. Andere Säugetiere, wie z. B. der Bär, welcher wie der Mensch Sohlengänger ist, d. h. das ganze Skelett vom Fersenbein

an abwärts zur Unterstützung des Beines benutzt, besitzt die Höhlung nicht, sein Fuß ist flach auf der Erde ausgebreitet, das Fersenbein steht neben dem Sprungbein in direkter Gelenkverbindung mit dem Unterschenkel.

Fuß der Säugetiere

Säugetiere, welche nur die Zehen zur Stützung des Fußes benutzen, wie die Raubtiere, z. B. der Löwe, werden Zehengänger, solche welche nur das Endglied benutzen, wie Rinder und Pferde, werden Spitzengänger genannt und sind entweder Einhufer (Pferd) oder Zweihufer (Rind). (Vgl. die Holzschnitte S. 108.)

Sprungbein

Das Sprungbein (Talus, *e*) zeigt einen etwa würfelförmigen Körper, der aber in seinem oberen Teil zu einem von hinten nach vorn gewölbten Halbcylinder ausgestaltet ist und so die Gelenkrolle für das erste Fußgelenk oder Sprunggelenk bildet. Die untere Fläche des Körpers wird von einer konkaven Gelenkfläche für das Fersenbein eingenommen. An der vorderen Fläche sitzt ein Fortsatz, der Kopf (*e'*) des Sprungbeins, der mit seinem Hals aber nicht gerade nach vorn, sondern mehr nach der Großzehen-Seite zu angesetzt ist. Dementsprechend lassen sich auf diesen Kopf nach vorn zu alle die Knochen beziehen, welche die drei ersten Zehen tragen. Es sind folgende.

Kahnbein und 1. bis 3. Zehe

Zunächst das Kahnbein oder Schiffbein (Os naviculare pedis, *g*), dessen Form einem breiten Boot in der That einigermaßen ähnlich ist. Seine Höhlung umgiebt als Pfanne den Sprungbeinkopf, seine Spitze ragt am inneren Fußrand als Höcker vor, und an die nach vorn gerichtete untere Fläche sind drei Knochen, das *I.*, *II.* und *III.* Keilbein (Ossa cuneiformia) angesetzt, welche ihrerseits nach vorn zu die drei ersten Mittelfußknochen tragen und durch diese die drei ersten Zehen.

Zweites und drittes Keilbein kehren die Schärfe des Keils nach der Sohle, das erste nach dem Fußrücken zu. Das erste und das dritte Keilbein sind länger als das zweite; der zweite Mittelfußknochen ist dementsprechend der längste und greift mit seinem Grundteil aus der quer verlaufenden Ansatzlinie des Mittelfußes beträchtlich in die Fußwurzel ein.

Fersenbein

Das Fersenbein (Calcaneus, *f*) ist besonders in der Richtung von vorn nach hinten bedeutend entwickelt und bildet so den hinteren, sehr starken Fortsatz, die Ferse mit dem Fersenhöcker. Der eigentliche Körper des Knochens trägt eine konvexe Gelenkfläche für die untere Fläche des Sprungbeins und greift mit dem vorderen Teil (*f'*) eben so weit nach vorn, als das Sprungbein mit seinem Kopf.

Würfelbein und 4. und 5. Zehe

Wie das Kahnbein an den Sprungbeinkopf, so ist an die Vorderfläche des Fersenbeins das Würfelbein (Os cuboideum, *l*) in einem Gelenke angesetzt. Dies ist ein am Fußrücken vierseitig begrenzter Knochen, der den äußeren Fußrand bilden hilft und an diesem eine Rinne mit vortretendem vorderen Rande trägt, an dem die Sehne des langen Wadenbeinmuskels in die Sohle umbiegt. An der vorderen Fläche des Knochens sitzen der vierte und fünfte Mittelfußknochen, und der letztere ragt mit seinem Grundteil über den äußeren Fußrand vor als Höcker des fünften Mittelfußknochens (*o'*). Indem an diesen beiden Mittelfußknochen die vierte und die kleine Zehe haften, so treten diese in der Zusammenfügung des Skelettes in Abhängigkeit zum Fersenbein, wie die drei ersten Zehen zum Sprungbein.

Aufbau des Fußskelettes

So entstehen gewissermaßen zwei Platten eines Fächers, welche mit ihren hinteren schmalen Enden (Sprungbein und Fersenbein) aufeinander befestigt, sich mit den vorderen Teilen (Zehen) nebeneinander ausbreiten. Das Sprungbein fände aber auf dem Fersenbein keine hinlänglich sichere Unterstützung, wenn sich nicht an letzterem ein Knochenvorsprung entwickelte, der unter dem Sprungbein nach dem inneren Rand des Fußes vortritt, der Sprungbeinträger (Sustentaculum tali, *f'''*), auf welchem der innere Rand des Sprungbeinkörpers und -kopfes ruht. Hier bildet

sich eine Gelenkfläche aus, welche sich an die Gelenkfläche des Kahnbeins anschließt und mit dieser zusammen die Pfanne für den Sprungbeinkopf herstellt.

Wölbung von hinten nach vorn

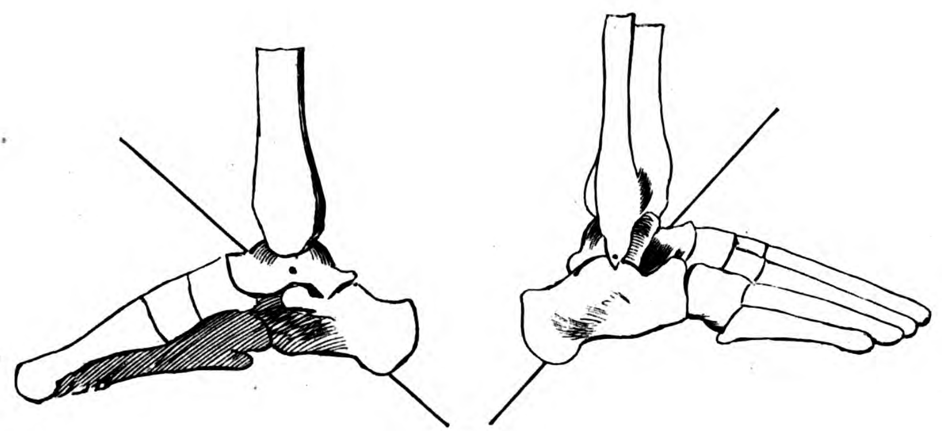
Durch diese Anordnung ist die Wölbung des Fußskelettes von hinten nach vorn, der »Spann«, bedingt, welche den Vorteil bietet, dass die Nerven und Blutgefäße des Fußes in der Wölbung Platz finden und auch beim Stehen und Gehen, wenn die ganze Körperlast auf dem Fußskelett ruht, vor Druck geschützt liegen. Wenn man sich eine Linie vom Fersenhöcker zum Großzehenballen gezogen denkt, so steht der Gipfel der Wölbung, welcher den Unterschenkel trägt, nicht über der Mitte, sondern über der Grenze des hinteren und mittleren Viertels dieser Linie; das Gewölbe ist also von hinten nach vorn kein symmetrisches.

Wölbung von einem Rand zum andern

Außerdem zeigt der vordere Teil der Fußwurzel und der Mittelfuß auch eine Wölbung von einem Fußrande zum andern, welche ebenfalls nicht symmetrisch ist; sie hat ihre Höhe am zweiten Keilbein, also dem inneren Fußrande sehr nahe, und senkt sich nach letzterem weniger tief, als nach dem äußeren Rande.

Mechanische Gliederung

Wie in der Verbindung der Hand mit dem Vorderarm, so lassen sich auch



Rechtes Fußskelett von innen. Rechtes Fußskelett von außen.

Die Zehen sind weggelassen. Die Achse des Sprunggelenks durch einen Punkt, die des II. Fußgelenks durch eine Linie bezeichnet.

zwischen Fuß und Unterschenkel zwei Gelenke unterscheiden; dieselben wirken aber nicht wie die der Handwurzel in jeweilig verschiedenen Kombinationen regelmäßig zusammen, sondern sie sind unabhängig voneinander und lassen sich in der Auffassung sehr bestimmt voneinander sondern. Das zwischen ihnen liegende Skelettglied ist nicht, wie bei der Hand, eine Reihe von Knochenstücken, sondern ein einziger Knochen, das Sprungbein. Dieses bildet nach oben mit dem Unterschenkel das erste Fußgelenk oder Sprunggelenk, nach unten mit dem übrigen Fußskelett das zweite Fußgelenk oder Fußwurzelgelenk. Diese Gelenke kommen sich am Sprungbein so nahe, dass die Oberfläche dieses Knochens zum größeren Teil aus Gelenkflächen besteht. Kein Muskel setzt sich am Sprungbein an, dasselbe liegt als mechanisches Zwischenglied zwischen den Nachbarknochen.

Sprunggelenk

Das Sprunggelenk ist ein ausgeprägtes Charnier. Die Rolle des Sprungbeins (*e*) ist der dritte Teil eines Cylinders von $2^1/_2$ cm Halbmesser; und nicht nur der von hinten nach vorn gebogene Cylindermantel, sondern auch die senkrecht stehenden Grundflächen des Cylinders sind als Gelenkflächen benutzt. Auf dem

Cylindermantel gleitet die untere Fläche des Schienbeins, welche etwa die Hälfte einer entsprechenden Cylinderhöhlung darbietet. An den Seitenflächen bewegen sich die Knöchel, innen der kürzere des Schienbeins an einer weniger ausgedehnten Fläche, außen der längere des Wadenbeins an einer Fläche, die nahezu den ganzen Sektor des vorhandenen Cylinderausschnittes, bis zu dessen Krümmungsmittelpunkt herab, darstellt. Dieses gabelförmige Herabgreifen der Knöchel macht das Sprunggelenk zu einem äußerst fest schließenden Charnier. Die Achse desselben ist die Achse des Cylinders, die, von einer Seite zur andern verlaufend, außen durch die Spitze des Knöchels, innen unterhalb desselben austritt. Um diese Achse wird das Sprungbein samt dem ganzen Fuße am Unterschenkel gedreht in einem Spielraum von 60 bis 70°. In der Mitte des Spielraumes liegt die mittlere Stellung, bei welcher der Fuß mit dem Unterschenkel einen rechten Winkel einschließt. Aus dieser ist der Ausschlag in beiden Richtungen gleich groß, und die Bewegungen werden unterschieden als Biegung nach der Fußsohle zu, die im gewöhnlichen Leben Streckung des Fußes genannt wird, und Biegung nach dem Fußrücken zu oder Hebung der Fußspitze.

Zweites Fußgelenk

Das zweite Fußgelenk ist im anatomischen Sinn kein einfaches Gelenk, wie das eben beschriebene, sondern ein System von drei anatomisch gesonderten Gelenken, welche jedoch durch die für alle drei gemeinschaftliche Bewegungsachse im mechanischen Sinn zu einer Einheit werden.

Im mechanischen Sinn ist es das Gelenk, in dem der Fuß sich am Sprungbein bewegt, um eine Achse, die von hinten nach vorn aufsteigend, hinten eintritt durch die Ferse, vorn auf dem Rücken des Fußes austritt durch den Kopf des Sprungbeins, indem sie den Winkel zwischen Unterschenkel und Fuß ungefähr halbiert. Die Bewegung um diese Achse ist einmal: Einwärtsführung der Fußspitze mit gleichzeitiger Hebung des inneren und Senkung des äußeren Fußrandes; und sodann das Gegenteil davon: Auswärtsführung der Fußspitze mit gleichzeitiger Senkung des inneren und Hebung des äußeren Fußrandes.

Die drei in dem Gelenksystem zusammenwirkenden Gelenke sind:

a) Das Gelenk des Sprungbeinkopfes als Kopf, mit dem Kahnbein und dem Sprungbeinträger des Fersenbeins als Pfanne. In ihm ist die Bewegung des ganzen Systems deutlich erkennbar. Die Gelenkfläche des Kopfes ist ein länglicher Ausschnitt aus einer Kugeloberfläche, welcher sich mit seiner längsten Ausdehnung, von außen oben nach innen unten, in der Ebene der Bewegung befindet. In dieser Ebene verschiebt sich das Kahnbein an dem Kopf; bei Einwärtsführung des Fußes tritt der Kopf am Fußrücken stark vor, umgekehrt bei Auswärtsführung kann er am inneren Fußrande durchgefühlt werden.

b) Das Gelenk des Sprungbeinkörpers mit dem Körper des Fersenbeins. Dasselbe ist von außen kaum zugänglich. Der vordere Rand seiner Gelenkflächen liegt in der Tiefe der sogen. Fußwurzelbucht (Sinus tarsi), jener vor dem äußeren Knöchel einspringenden Vertiefung des Fußrückens zwischen Sprungbein und Fersenbein. Hier kann bei mageren Personen bei Einwärtsführung des Fußes das Freiwerden der Gelenkfläche des Fersenbeins gefühlt werden.

c) Das Gelenk der Vorderfläche des Fersenbeins mit dem Würfelbein. Diese Gelenkfläche des Fersenbeins ist von außen oben nach innen unten konvex gebogen, ganz übereinstimmend mit dem über ihr liegenden Kopf des Sprungbeins; von diesem ist sie aber dadurch verschieden, dass sie von oben nach unten nicht ebenfalls konvex, sondern konkav gebogen ist. Zur Bewegung wird ausschließlich die erstere Krümmung benutzt, ihre Achse ist die gemeinsame des Systems. Bei Einwärtsführung des Fußes tritt das vordere Ende des Fersenbeins unterhalb des Sprungbeinkopfs, ebenso wie dieser, nur in geringerem Grade, sichtbar vor.

Die Gesamtbewegung des zweiten Fußgelenkes besteht, wie oben bereits ausgeführt, darin, dass die Fußspitze einwärts geführt und gleichzeitig die Sohlenfläche einwärts gewendet wird, oder umgekehrt Fußspitze und Sohlenfläche auswärts gekehrt werden. Der Spielraum dieser Bewegung beträgt etwa einen halben rechten Winkel. Wenn sich zu dieser Bewegung aber die Rollbewegung in Hüfte und Knie bei gebeugten Gelenken hinzugesellt, so sind wir mit Hilfe dieser gesamten Beweglichkeit imstande, die Sohle dem Gesicht zuzukehren, wie es z. B. der bekannte antike »Dornauszieher« thut.

Die mittlere Stellung der Fußsohle ist nicht die horizontale, sondern eine etwas einwärts gewendete, so dass bei gewöhnlichem Aufsetzen des Fußes auf horizontaler Unterlage bereits eine Auswärtsdrehung, d. h. eine Senkung des inneren Fußrandes sich vollzieht. Der Fuß, bei sitzender oder liegender Stellung des Körpers sich selbst überlassen, steht mit dem äußeren Rand tiefer als mit dem inneren, und zwar bei Kindern noch mehr als bei Erwachsenen. Dem entsprechend ist die Einwärtswendung der Sohle weiter ausführbar, als die Auswärtswendung. Die letztere wird auch bei den Bewegungen des Körpers auf den Beinen nur selten, z. B. beim Hinübertreten des einen Fußes über den andern, benutzt. Die Einwärtswendung dagegen, das heißt in diesem Fall die Einwärtsneigung des Beines über der horizontal aufgesetzten Sohle, kommt bei jeder sogen. breitbeinigen Stellung vor, im höchsten Grade beim Ausfall des Fechters nach der Seite. Diese Bewegung führt dann das oben erwähnte, starke Vortreten des Sprungbeinkopfes und des vorderen Endes des Fersenbeins herbei, wovon man sich am eigenen Fuße leicht überzeugen kann.

Mittelfuß

Innerhalb der Fußwurzel haben wir somit hauptsächlich zwischen Sprungbein und übrigem Fußskelett, in geringerem Maße auch noch zwischen Fersenbein und Würfelbein wohlentwickelte Beweglichkeit angetroffen, weiter nach vorn dagegen keine mehr. Die fünf kleineren Fußwurzelknochen (Würfelbein, Kahnbein und drei Keilbeine) sind unter sich und weiterhin auch noch mit dem zweiten und dritten Mittelfußknochen zu einem in sich unbeweglichen Stück verbunden, welches sich von einer soliden Knochenplatte nur durch die größere elastische Nachgiebigkeit unterscheidet. An dieses feste Mittelstück des Fußes sind nun die Mittelfußknochen der großen und der kleinen Zehe einigermaßen beweglich angesetzt, doch bleibt ihre Beweglichkeit hinter der der entsprechenden Teile der Hand beträchtlich zurück.

Mittelfußknochen der Großzehe.

Besonders gilt dies für den Mittelfußknochen der großen Zehe. Hier ist von einem freien Sattelgelenk, wie es der Daumen besitzt, nichts zu finden; nur eine vom Rücken zur Sohle schwach konkave Krümmung der Grundfläche des Knochens, mit der er auf der fast gleich großen Vorderfläche des ersten Keilbeins geringe Verschiebungen um eine horizontal stehende Achse machen kann, wie sie auch dem fünften, und in ganz geringem Maße auch noch dem vierten Mittelfußknochen zukommen. Die Beweglichkeit aber, die den Daumen auszeichnet, die Fähigkeit der Anziehung und Gegenstellung, fehlen der großen Zehe völlig.

Fuß der Affen

Das ist der wesentlichste Unterschied des menschlichen Fußes vom Fuß des Affen. Denn im allgemeinen Bau stimmen beide wohl überein. Dadurch aber, dass beim Affen zwischen Fußwurzel und erstem Mittelfußknochen ein Sattelgelenk vorhanden ist, erlangt die große Zehe eine so daumenähnliche Gestalt und Beweglichkeit, dass man den Affenfuß geradezu als Hand und die Affen als Vierhänder bezeichnet hat.

Zehen

Die Verbindungen der Zehen am Mittelfuß und die der einzelnen Zehenglieder untereinander stimmen im allgemeinen mit den Grund- und Gliedgelenken der Finger überein, nur zeigen die Grundgelenke einen Unterschied darin, dass, im Gegensatz zu den Fingergrundgelenken, die Gelenkflächen der Mittelfußköpfchen, und damit zugleich die Beweglichkeiten der Zehen, mehr nach dem Fußrücken zu entwickelt sind.

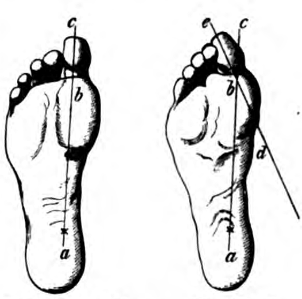
In dieser Richtung können die Zehen bis zu rechtwinkeliger Stellung gebogen werden, wie es beim Gebrauch des Fußes in der Gehbewegung geschieht. Umgekehrt ist die Bewegung nach der Sohle zu über die geradlinige Stellung der ersten Zehenglieder hinaus kaum ausführbar; der Grund hierfür liegt darin, dass der untere Teil des Mittelfußköpfchens mit einem größeren Halbmesser gebogen ist und der Grundfläche der Zehe nicht entspricht; er dient der knorpelig verdickten Gelenkkapsel und, an der großen Zehe, den Sesambeinen zu gleitender Verschiebung.

Länge der Zehen

Der erste Mittelfußknochen ist der kürzeste, dafür aber beträchtlich stärker, als die anderen. Und eben so ist die große Zehe zwar bisweilen kürzer als die zweite, aber immer viel kräftiger, als alle dreigliedrigen. Wie der zweite Mittelfußknochen, so ist in der Regel auch die zweite Zehe am längsten; und dieses Verhältnis hat die Kunst zur klassischen Form des Fußes gestempelt. Bisweilen ist die zweite Zehe kürzer als die große, aber stets länger als die dritte Zehe, welche letztere dagegen am Affenfuß die längste ist.

Stellung der großen Zehe

Die große Zehe soll an wohlgebildeten Füßen in der geradlinigen Verlängerung des ersten Mittelfußknochens liegen, und in den ersten Lebensjahren liegt sie auch immer so. Wahrscheinlich unter dem Einfluss schlecht geformter Schuhe entwickelt sich meist erst nach vollendetem Wachstum eine nach außen, also nach den anderen Zehen hin geneigte Stellung der großen Zehe, welche im späteren Alter sehr beträchtlich werden und zu Verdickungen der Knochenenden am Grundgelenk der großen Zehe führen kann. Es wird dadurch ein stumpfwinkliges Vortreten des Großzehenballens am inneren Fußrande bedingt, jene Bildung, welche als **Knollfuß** bezeichnet wird.



Gesunder Fuß. Knollfuß.
abc Achse des Fußskelettes. *ed* Achse der Großzehe bei Knollfuß.

Muskulatur des Unterschenkels, Übersicht

Die Muskeln, welche die geschilderten Bewegungen in den beiden Fußgelenken ausführen, bilden in ihrer Gesamtheit die Muskulatur des Unterschenkels. Fast alle entspringen auch wirklich an den Unterschenkelknochen, nur der Wadenbauchmuskel kommt vom Oberschenkel herab, und alle endigen am Fußskelett. Auch darin stimmen die Muskeln überein, dass sie, wie die des Vorderarmes, alle im oberen Teil stark und fleischig sind, im unteren Teil dagegen in schlanke Sehnen übergehen. Daher rührt die Mächtigkeit der Wade und die gleichmäßige Verjüngung des Unterschenkels nach dem Fuße zu. Die Lagerung der Muskeln am Skelett ist derart, dass die vordere Kante und die ganze innere Fläche des Schienbeins frei unter der Haut liegen, die beiden anderen Flächen des Schienbeins dagegen und das Wadenbein durch die Muskulatur bedeckt werden. Doch sind die oberen und die unteren Enden beider Knochen, auch des Wadenbeins, unter der Haut deutlich tastbar.

Nach der Lagerung der Muskeln kann man drei Gruppen unterscheiden: eine vordere und eine hintere liegen sich einfach gegenüber; sie werden auf der inneren Seite geschieden durch das freiliegende Schienbein, auf der äußeren durch die dritte Gruppe, die beiden Wadenbeinmuskeln.

Schwieriger ist die Sonderung der Muskeln nach ihrer Leistung, weil alle über die beiden Gelenke hinweglaufen und dem entsprechend bald zur einen, bald zur anderen Bewegung mitwirken. Wir wollen deshalb die Muskeln zunächst in ihrer natürlichen Ordnung aufführen und erst nachträglich ihre Leistungen feststellen (vgl. Fig. 30—37).

Vordere Unterschenkelmuskeln

Die vordere Gruppe der Unterschenkelmuskeln besteht aus folgenden drei Muskeln.

Der vordere Schienbeinmuskel (*Q*) entspringt fleischig an der äußeren Fläche des Schienbeins, verläuft neben der Schienbeinkante herab und geht unterhalb der Mitte des Unterschenkels in eine abgeplattet rundliche Sehne über, die vor dem Schienbeinknöchel zum inneren Fußrande herabgreifend, sich am ersten Keilbein und dem Grundteil des ersten Mittelfußknochens ansetzt.

Der lange Zehenstrecker (*R*) kommt vom oberen Ende des Schienbeins und vom Wadenbein und liegt zwischen vorderem Schienbeinmuskel und langem Wadenbeinmuskel. An seinem vorderen Rande bildet sich, von der Mitte des Unterschenkels an, eine Sehne aus, an die noch bis weit herab Fasern aus der Tiefe herantreten. Im unteren Teil sondert sich eine Partie, die hauptsächlich vom Wadenbein entspringt, von dem Muskel ab und tritt mit einer besonderen Sehne herab an den fünften Mittelfußknochen; es ist der sogen. dritte Wadenbeinmuskel (*C'*, Fig. 41).

Die eigentliche Sehne des langen Zehenstreckers liegt, mit der letzteren Abzweigung zusammen, vor dem Sprunggelenk in einer Bandschlinge fest, welche, auf dem Fersenbein angewachsen, es verhindert, dass die Sehnen bei der Einwärtsführung des Fußes nach innen rutschen. Es ist dies der äußere Schenkel des Kreuzbandes, welches mit zwei Schenkeln nach innen um die Gelenkgegend herumgreift und die Sehnen hier in dem nach vorn offenen Winkel zwischen Unterschenkel und Fußrücken festhält (s. Fig. 33). Die vier Sehnen, die aus der Hauptsehne des Zehenstreckers durch Teilung hervorgehen, liegen unter dem Kreuzband noch dicht beisammen und weichen erst von da abwärts auseinander, zu den vier dreigliedrigen Zehen.

Der lange Großzehenstrecker (*X*) entspringt in der Tiefe zwischen langem Zehenstrecker und vorderem Schienbeinmuskel. Erst am unteren Ende des Unterschenkels tritt er an die Oberfläche, und seine Sehne verläuft unter dem Kreuzbande durch und sehr sichtbar über den Fußrücken zur großen Zehe, an dessen Endglied sie sich ansetzt.

Äußere Unterschenkelmuskeln

Die kleine äußere Gruppe der Unterschenkelmuskeln bilden nur zwei: der lange und der kurze Wadenbeinmuskel (*S*, *T*, Fig. 33; *D*, *E*, Fig. 41). Sie nehmen mit ihren Ursprüngen die oberen zwei Drittel des Wadenbeins ein, der lange ist der oberflächliche und entspringt höher oben, der kurze wird von jenem verdeckt und kommt von der unteren Hälfte des Ursprungsgebietes. Beide gehen in platte Sehnen über, die am unteren Teil des Wadenbeins aufeinander liegen und in einer Furche am äußeren Knöchel nach vorn und unten umbiegen. Der kurze befestigt sich am Höcker des fünften Mittelfußknochens, der lange tritt an der Furche des Würfelbeins in die Sohle ein und geht schräg durch diese zum inneren Fußrand, wo er sich am ersten Mittelfußknochen ansetzt.

Hintere Unterschenkelmuskeln

Die hintere Gruppe der Unterschenkelmuskeln ist die mächtigste. Sie lässt deutlich zwei Schichten unterscheiden. Die oberflächliche besteht nur aus dem dreiköpfigen Wadenmuskel, dieser ist es aber, der durch seine Stärke die hintere Gruppe zur mächtigsten macht. Denn die tiefe Schicht besteht aus drei Muskeln, welche nach Anordnung und Mächtigkeit einfach den drei Muskeln der vorderen Gruppe entsprechen. Es sind die folgenden.

Der hintere Schienbeinmuskel (*U*, Fig. 37; *H*, Fig. 43) entspringt an der hinteren Fläche des Schienbeins und der Bandmembran zwischen beiden Knochen. Er liegt Anfangs zwischen dem langen Zehenbeuger und dem langen Großzehenbeuger; hinter dem unteren Ende des Schienbeins kreuzt er sich aber mit dem ersteren, seine Sehne biegt um den inneren Knöchel nach vorn um und befestigt sich am inneren

Fußrand am Kahnbein und ersten Keilbein, also dicht hinter dem Ansatz des vorderen Schienbeinmuskels.

Der langeGroßzehenbeuger (Fig. 43, *F*) ist ein sehr starker Muskel, der vom Wadenbein entspringt; seine Sehne läuft hinter dem Sprungbein (*e*) und unter dem Sprungbeinträger (*f'''*) des Fersenbeins herab in die Fußsohle, wo sie sich mit der Sehne des langen Zehenbeugers kreuzt, um zur großen Zehe zu gelangen.

Der lange Zehenbeuger (Fig. 43, 44, *G*) entspringt am Schienbein, seine Sehne kreuzt sich hinter dem unteren Ende dieses Knochens mit der Sehne des hinteren Schienbeinmuskels und beide Sehnen liegen am hinteren Rande des inneren Knöchels unter der Haut. Die des langen Zehenbeugers tritt in die Fußsohle ein und teilt sich hier in vier Sehnen, welche zu den Endgliedern der vier dreigliedrigen Zehen gehen.

Der einzige Bestandteil der oberflächlichen Schicht und zugleich der gewaltigste Muskel des Unterschenkels überhaupt ist der dreiköpfige Wadenmuskel (Fig. 35, *P*), der sich aus zwei oberflächlichen Köpfen, dem inneren und dem äußeren Kopf des Wadenbauchmuskels (M. gastrocnemius, Caput mediale, Caput laterale), welche früher auch Zwillingsmuskeln (Gemelli) genannt wurden, und einem tiefen Kopf, dem Schollenmuskel (M. soleus), zusammensetzt.

Die beiden oberflächlichen Köpfe entspringen am Oberschenkelknochen über den beiden Gelenkrollen desselben und an der Kapsel des Kniegelenks; sie bedecken das Kniegelenk von hinten her und bilden die untere Begrenzung der Kniekehle, deren Seitenwände durch die Beugemuskeln des Knies hergestellt werden und deren Boden das dreiseitige Feld am unteren Ende des Oberschenkelknochens ist (vgl. oben S. 100 und 106).

Wade

Die Form der beiden Köpfe des Wadenbauchmuskels ist aus den Figuren 33 und 35 ersichtlich. Schon in der halben Höhe des Unterschenkels sind sie zu Ende und bilden so die Hervorragung, welche als »Wade« für die Form des Unterschenkels charakteristisch ist. Dicke Waden sind nicht nur umfangreicher, sie reichen auch tiefer herab, als dünne Waden. Das kommt daher, dass die Köpfe des Wadenbauchmuskels an ihrer platten Sehne gefiedert ansitzen. Denn, wenn ein gefiederter Muskel mehr Fasern bekommt, so wird sein Muskelbauch nicht nur dicker, sondern auch länger, weil sich die Fasern schräg nebeneinander ordnen.

Der Schollenmuskel kommt in ausgedehntem, fleischigem Ursprung von der hinteren Fläche des Schien- und Wadenbeins und geht in eine starke breite Sehne über, welche mit der platten Sehne des Wadenbauchmuskels zu der Achillessehne (*P'''*) verschmilzt. Diese stärkste Sehne des Körpers bildet den hinteren Rand des Unterschenkels im unteren Drittel desselben und setzt sich am Fersenhöcker des Fersenbeins an. Dadurch, dass der Fersenhöcker so beträchtlich nach hinten vorspringt, entfernt sich die Achillessehne weit von den Unterschenkelknochen und den ihnen anliegenden tiefen Muskeln. Es entsteht zwischen beiden eine Lücke, die mit Fettgewebe gefüllt und nur von der die Sehne umspannenden Haut bedeckt ist, so dass man nach Verletzung der Haut leicht hindurchgreifen kann.

Wirkung der Muskeln

Die Wirkungsweise der beschriebenen Muskeln auf die Bewegung des Fußes ergiebt sich aus ihrer Lage zu den Achsen der oben geschilderten beiden Fußgelenke.

Bewegung im Sprunggelenk

Im Sprunggelenk findet, entsprechend seiner queren Achse, nur Hebung des Fußes und Senkung oder Streckung des Fußes statt; der Hebung dient die vordere Gruppe der Unterschenkelmuskeln, der Streckung die hintere.

Heber also sind: vorderer Schienbeinmuskel, langer Zehenstrecker und langer Großzehenstrecker.

Zu den Streckern des Fußes können gerechnet werden: hinterer Schienbein-

muskel, langer Zehenbeuger und langer Großzehenbeuger; diese drei Muskeln liegen aber an der Umbiegungsstelle ihrer Sehnen der Gelenkachse des Sprunggelenks so nahe, dass ihre Wirkung auf diese keine bedeutende sein kann und fast verschwindend genannt werden muss im Vergleich mit der Leistungsfähigkeit des dreiköpfigen Wadenmuskels. Dieser ist der große Sprunggelenksstrecker, dessen Kraft dadurch wesentlich erhöht wird, dass die Achillessehne in großem Abstande von der Gelenkachse, d. h. an einem großen Hebelarm, und zwar in rechtem Winkel, angreift. Er bedarf dieser großen Leistungsfähigkeit wegen der wichtigen Rolle, die er beim Stehen und Gehen, d. h. beim Tragen und Fortbewegen der Körperlast spielt.

Bewegung im II. Fußgelenk

Die Bewegung im zweiten Fußgelenk besteht, wie oben dargelegt, darin, dass Fußspitze und Sohlenfläche entweder einwärts oder auswärts geführt, bezw. gewendet wird.

Auswärtsführer sind die Muskeln der äußeren Gruppe, also die Wadenbeinmuskeln; dieselben werden aber unterstützt durch die Heber, besonders durch den als »dritter Wadenbeinmuskel« unterschiedenen Teil des langen Zehenstreckers.

Einwärtsführer sollten eigentlich eine Gruppe bilden, die an der inneren Seite des Unterschenkels herab verliefe. Eine solche Gruppe ist nicht vorhanden. Dafür aber verlaufen die inneren Muskeln der vorderen sowohl wie der hinteren Gruppe über den inneren Fußrand herab, und wir haben daher als Einwärtsführer anzusprechen: den vorderen und in hervorragendem Maße den hinteren Schienbeinmuskel, ferner den langen Zehenbeuger, und in geringerem Grade auch noch den langen Großzehenbeuger.

Kurze Muskeln des Fußes

Die kurzen Muskeln des Fußskelettes lassen sich sondern in Muskeln des Fußrückens, Muskeln der Fußsohle und Zwischenknochenmuskeln. Dieselben haben im Einzelnen nicht dieselbe Wichtigkeit wie die kleinen Handmuskeln.

Am Fußrücken finden sich die kurzen Zehenstrecker (N) und der kurze Großzehenstrecker (M), vier kleine Muskelbäuche, die von der oberen Fläche des vorderen Teils des Fersenbeinkörpers entspringen und sich mit ihren dünnen Sehnen in die äußeren Ränder der langen Strecksehnen der ersten bis vierten Zehe begeben. Diese Sehnen verhalten sich im Übrigen wie die Strecksehnen der Finger.

Die Muskulatur der Fußsohle zeigt drei von hinten nach vorn verlaufende Wülste, deren mittlerer der kurze Zehenbeuger (P) ist. Er entspringt vom Fersenhöcker und spaltet sich in drei Bäuche, die mit ihren gabelig geteilten Sehnen an die Mittelglieder der drei mittleren Zehen sich ansetzen. Durch die Öffnungen der Gabeln laufen die Sehnen des langen Zehenbeugers hindurch und befestigen sich an den Endgliedern.

Den inneren Randwulst bildet der Abzieher der großen Zehe (L), der ebenfalls vom Fersenbein kommt und sich an das dem inneren Fußrande zunächstliegende Sesambein der großen Zehe ansetzt. Er kann, ebenso wie der kurze Beuger und der Anzieher, die in der Tiefe liegen und sich an das zweite Sesambein befestigen, nicht anders auf die große Zehe wirken, als im Sinne der Biegung nach der Fußsohle zu. Denn die Sesambeine liegen am Mittelfußköpfchen in Furchen, in welchen gleitend sie keine andere Beweglichkeit haben als die von vorn nach hinten.

Auch der Abzieher der kleinen Zehe (K), der, ebenfalls vom Fersenbein kommend, den äußeren Randwulst der Sohle bildet, ist im wesentlichen Bieger der kleinen Zehe und ihres Mittelfußknochens nach der Fußsohle zu.

Die Spulmuskeln (S) und Zwischenknochenmuskeln (O) des Fußes haben die gleiche Anordnung und dieselben Aufgaben wie die entsprechenden Muskeln der Hand, nur sind sie, gemäß der allgemeinen Verkümmerung der dreigliedrigen Zehen, weniger selbständig entwickelt.

Die Muskulatur der Fußsohle ist nämlich nicht auf selbständige Wirkung einzelner Muskeln und dadurch herbeigeführte Bewegung einzelner Skeletteile zu einander berechnet; ihre Aufgabe ist vielmehr folgende.

Aufgabe der Sohlenmuskeln

Wie wir gesehen, ist das Fußskelett im Bogen gestellt, so dass es nur mit dem hinteren Ende des Fersenbeins und dem vorderen des Mittelfußes auf seiner Unterlage ruht. Die Last des Körpers drückt auf das Sprungbein und den vorderen Teil des Fersenbeins und würde diese beiden Knochen an ihrer Verbindungsstelle mit den kleineren Fußwurzelknochen einknicken, wenn hier eine Bewegung um die quere Achse möglich wäre. Diese ist nun glücklicherweise nicht möglich. Indessen, wenn auch der Druck die Knochen nicht gegeneinander bewegen kann, so presst er sie doch um so fester aneinander, und zwar vorzugsweise mit ihren oberen Rändern, während die unteren auseinander zu weichen streben. Die Folge davon würde Knochenschwund an den oberen Rändern und eine Formveränderung der Knochen sein, durch welche aus dem Gewölbe eine ebene Platte werden müsste. Dem wirkt die Sohlenmuskulatur entgegen. Sie ist zwischen Ferse und vorderem Ende des Mittelfußes, also in der Sehne des Gewölbebogens ausgespannt; Körperlast und Wirkung der Sohlenmuskeln halten sich also gewissermaßen das Gleichgewicht und bedingen dadurch die richtige Wölbung des Fußskelettes. Gewinnt eine der beiden das Übergewicht, dann ist es um die richtige Wölbung geschehen. Sind die Muskeln zu schwach, die Schwere zu bedeutend oder zu andauernd wirksam, dann sinkt das Gewölbe ein; fehlt dagegen die Körperlast oder wirkt sie nicht in der richtigen Weise, dann führt der Muskelzug zu übermäßiger Höhlung des Fußes. Beides sind krankhafte Abweichungen der Form, welche bisweilen vorkommen. Dieselben treten jedoch nicht für sich allein auf, sondern als Folge von regelwidrigen Stellungen der beiden Fußgelenke.

Regelwidrige Formen des Fußskelettes

Auch für die Fußgelenke handelt es sich bei ihrer Entwickelung und Erhaltung um die Wahrung eines Gleichgewichts, nämlich desjenigen zwischen den einander gegenüberstehenden Muskelgruppen. Durch Lähmung der einen, oder übermäßige Entwickelung der anderen, kann im Sprunggelenk äußerste Biegung, entweder nach der Sohle oder nach dem Fußrücken, die dauernde Haltung werden. Und das zweite Fußgelenk kann den Fuß entweder in die einwärts geführte oder in die auswärts geführte Stellung setzen. Durch verschiedene Kombination dieser Abweichungen entstehen die folgenden vier Arten von Missbildungen des Fußes.

Spitzfuß

Der Spitzfuß oder Pferdefuß (Pes equinus) ist im Sprunggelenk gesenkt und zugleich übermäßig gehöhlt; also: die Ferse ist gehoben, der Fußrücken befindet sich in gerader Linie mit der Vorderfläche des Unterschenkels, die Mittelfußknochen stehen senkrecht auf dem Erdboden, den der Fuß nur mit den flach aufgesetzten Zehen berührt. Auch die Raubtiere sind Zehengänger (vgl. S. 108), ein so missbildeter Fuß sollte also besser Löwenfuß, statt Pferdefuß genannt werden, denn das Pferd berührt den Boden nur mit der Spitze des Endgliedes.

Hackenfuß

Der Hackenfuß oder Hohlfuß (Pes calcaneus) ist im Sprunggelenk gehoben, so dass die Fußspitze hoch in die Luft gerichtet wäre, wenn sie nicht durch übermäßige Höhlung, d. h. Knickung des Mittelfußes nach der Sohle, dennoch auf den Fußboden zurückgebracht würde. Der Fuß berührt den Boden mit Ferse und Zehen, dazwischen aber ist er zu einem spitzen Winkel zusammengebogen. Die künstlich mit der Spitze und Ferse gegeneinander gedrückten Füße der chinesischen Damen sind die ausgebildetsten Beispiele dieser Form.

Klumpfuß

Der Klumpfuß (Pes varus) vereinigt Senkung im Sprunggelenk, Einwärtsführung im zweiten Fußgelenk und übermäßige Höhlung.

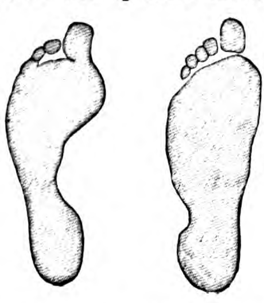
Der Fuß eines jeden Neugeborenen zeigt andeutungsweise diese Form. Erst durch das Aufsetzen beim Gehen wird der äußere Fußrand gehoben, der innere

gesenkt und der Fuß in rechtwinkelige Stellung zum Unterschenkel gebracht. War der Klumpfuß bei der Geburt zu hochgradig, dann gelingt es dem Kind beim Gehenlernen nicht, den Fuß in dieser Weise zu drehen, es stützt sich dann auf den äußeren Fußrand und Fußrücken, und dadurch kommt es zur Ausbildung des bleibenden Klumpfußes.

Plattfuß

Der Plattfuß (Pes valgus) stellt, wenn er angeboren ist, die genaue Umkehr des hochgradigen Klumpfußes dar. So wie dieser nach der Sohle und nach innen gegen den Unterschenkel umgeklappt ist, so der Plattfuß nach dem Fußrücken und nach außen. Uns interessiert aber mehr der

erworbene Plattfuß, weil dieser viel häufiger ist, und weil sein andeutungsweises Auftreten sich dem Urteil leicht entzieht, obwohl es die Schönheit des Fußes gerade in ihren wesentlichen Bestandteilen beeinträchtigt. Er entwickelt sich meistens erst in der späteren Kindheit und im Jünglingsalter dadurch, dass dem Fuß zu viel zugemutet wird, sei es an Last, sei es an Dauer des Tragens.



Abdrücke der Sohle, links von einem wohlgebauten Fuß, rechts von einem Plattfuß.

Der hochgradige erworbene Plattfuß zeigt Senkung im Sprunggelenk, Auswärtsführung im zweiten Fußgelenk und derartige Vernichtung der Gewölbehöhlung, dass sein Skelett flach ausgebreitet, den Boden in der ganzen Sohlenfläche berührt, wie die Tatze eines Bären (vgl. Holzschnitt S. 108). Die Ferse ist breit und niedrig, tritt nach hinten außen vor. Der Fußrücken ist nicht gewölbt, sondern eben, und bildet mit dem Unterschenkel annähernd einen rechten Winkel. Der Mittelfuß ist breit und platt. Die Fußsohle ist nicht gehöhlt, sondern berührt den Erdboden mit ihrer ganzen Fläche. Daher kann man aus dem Abdruck, den der aufgesetzte Fuß auf der Unterlage zurücklässt (z. B. in Badeanstalten, wenn die Badenden mit nassen Füßen über trockene Bretter dahinschreiten), einen Schluss ziehen auf den Bau des Fußes. Die nebenstehenden Holzschnitte zeigen den Abdruck eines wohlgebauten Fußes und eines Plattfußes.

Die Beschwerden, die der Plattfuß mit sich bringt, durch Druck auf die Nerven und Gefäße der Sohle und entzündliche Reizung der Gelenke, sind bekannt und durch die Untauglichkeit zum Infanteriedienst, die derselbe bedingt, hinreichend gekennzeichnet. In geringem Grade aber ist der Plattfuß nicht so fühlbar und auch nicht so sichtbar, und häufiger als man meint. Wenn von schönen und von hässlichen Füßen die Rede ist, so sind dies in der Regel einerseits Füße, die keine Andeutung von Plattfuß zeigen, und andererseits solche, an denen sich dieser mehr oder weniger geltend macht.

Schönheit des Fußes

Denn fragt man, wodurch ein schöner Fuß sich auszeichnet, so sind gerade diejenigen Eigenschaften zu nennen, die der Plattfuß vernichtet, nämlich: eine feine hohe Ferse, ein hoher Fußrücken, schmaler Mittelfuß und starke Aushöhlung des mittleren inneren Teils der Sohle.

Muskulatur des Beines im ganzen

Werfen wir noch einen Blick auf die Muskulatur des Beines im ganzen, so ist zunächst daran zu erinnern, dass, entsprechend den veränderten Aufgaben und Beweglichkeiten, gewisse Muskeln, die am Arme vorhanden sind, hier fehlen.

Es sind: 1) die Muskeln des Gliedmaßengürtels, weil die Hüftknochen mit dem Stammskelette unbeweglich verbunden sind; 2) die Einwärts- und Auswärtswender der Unterschenkelknochen, weil letzteren die für eine solche Bewegung nötige

Gelenkverbindung fehlt; und 3) die Gegensteller am Fuß, weil die Befestigung des Mittelfußes an der Fußwurzel eine für die fünf Mittelfußknochen gleichmäßige ist, die keine Gegenstellung gestattet.

Relative Stärk der einzelnen Muskelgruppen

Ferner ist das Massenverhältnis der verschiedenen Muskelgruppen zu einander bemerkenswert. Es zeigt an allen drei großen Gelenken ein ungeheures Überwiegen derjenigen Muskeln, welche die Verlängerung des Beines bewirken. Die drei Hauptabschnitte des Beines sind, wie oben dargelegt, aneinander und am Rumpfe um quere Achsen drehbar; dadurch nun, dass der Spielraum der ausführbaren Bewegung abwechselnd vorn und hinten liegt, entsteht ein Apparat, der, ähnlich einem zusammenlegbaren Meterstab, durch entgegengesetzte Knickungen in den sich folgenden Stücken bald in eine gerade Linie gestreckt, bald zum Zickzack zusammengebogen werden kann. Für die Hüfte liegt die Streckmuskulatur hinten am Gesäß, für das Knie liegt sie vorn am Oberschenkel, für den Fuß liegt sie wieder hinten an der Wade. Diese drei Gruppen sind die überwiegend entwickelten und bestimmen die charakteristische Gestalt des menschlichen Beines durchaus. Namentlich das gewölbte Gesäß und die dicken Waden sind Vorrechte des Menschen vor den menschenähnlichen Affen und bilden darum nicht ohne Grund bisweilen den Gegenstand jugendlicher Eitelkeit.

Sie sind geschaffen durch den aufrechten Gang. In welcher Beziehung sie zu diesem stehen, wird verständlich werden aus einer Zergliederung der regelmäßigen Bewegungen, die den Gang zusammensetzen.

Stehen und Gehen.

Aufrechtes Stehen

Wir haben oben, bei der Besprechung der aufrechten Haltung des Rumpfes, bereits Gelegenheit gehabt, den Schwerpunkt des Körpers zu erwähnen. Es ist derjenige Punkt, welcher sich der Schwere, d. i. der Anziehungskraft der Erde gegenüber so verhält, als ob die ganze Masse des Körpers in ihm vereinigt wäre. Jede Veränderung der Körperstellung verändert die Lage des Schwerpunktes. Wir können willkürlich durch Biegungen des Oberkörpers nach vorn oder hinten, rechts oder links, den Schwerpunkt unseres Körpers nach der Richtung hin verlegen, nach welcher wir die Biegung ausführen. Und das thun wir ohne es zu wissen beim Tragen schwerer Gegenstände. Wer mit dem einen Arm einen Eimer Wasser trägt, streckt den anderen horizontal von sich; wer einen schweren Tragkorb auf dem Rücken hat, bückt sich nach vorn; der Spielmann mit der großen Trommel vor dem Leibe lehnt sich hinten über. Alle diese Bewegungen dienen der Erhaltung des Gleichgewichts.

Soll der Körper in seiner aufrechten Haltung verharren und nicht zu Boden fallen, so muss der Schwerpunkt unterstützt sein. Dies ist dann der Fall, wenn die Schwerlinie, d. i. eine Linie, die von dem Schwerpunkt aus senkrecht zum Erdboden zu denken ist, in den Unterstützungsbezirk der beiden Füße trifft, also entweder zwischen die Füße oder in die Berührungsfläche einer der Fußsohlen. Trifft sie bei dem Stehen auf zwei Beinen in die Mitte zwischen beide Berührungsflächen, dann sind beide Beine in gleichem Maße notwendig für die Erhaltung des Gleichgewichts. Wird sie dagegen in eines der beiden Beine verlegt, so übernimmt dieses allein die Last des Körpers und wird zum sogen. »Standbein«, während das andere, als sogen. »Spielbein«, beliebig bewegt werden darf, ohne dass das Gleichgewicht dadurch beeinträchtigt würde (vgl. oben S. 73).

Wir haben nun oben gesehen, dass bei der aufrechten Körperhaltung der

Schwerpunkt im allgemeinen über der queren Achse der beiden Hüftgelenke gehalten wird, jedoch so, dass die Schwerlinie bald hinter, bald vor diese Achse zu liegen kommt.

Beim ruhigen Stehen liegt sie hinter ihr und der Rumpf nimmt dann eine Stellung ein, die der oben als »schlaffe Haltung« bezeichneten sich nähert; die Schwerlinie fällt hinter die Kniegelenkachse und wenig vor die Achse des Sprunggelenks, und infolgedessen besteht die Neigung, in den Knieen einzuknicken.

Geht der Körper in die »stramme Haltung« über, dann wird durch stärkere Neigung des Beckens der Schwerpunkt nach vorn, vor die Hüftenachse verlegt, und die Schwerlinie fällt vor den Knieen herab, in den vorderen Teil des Fußgewölbes. Die Kniee werden bei dieser Stellung also von selbst, d. h. durch die Wirkung der Schwere, gestreckt, und »durchgedrückte Kniee« gelten daher dem Unteroffizier als Kennzeichen dafür, dass der Rekrut das »Strammstehen« gelernt hat.

Gehbewegung

Wie wir nun oben bereits hervorhoben, liegt in dem Vorwärtsverlegen des Schwerpunktes, das die stramme Haltung kennzeichnet, die Vorbereitung zum Vorwärtsgehen. Wird es noch ein wenig weiter getrieben, so dass die Schwerlinie vor das vordere Ende des Mittelfußes trifft, dann fällt der Körper nach vorn über und würde unrettbar zu Boden fallen, wenn nicht rasch genug ein Bein vorgesetzt wird, um ihn aufzufangen.

Man kann also sagen: die Gehbewegung ist ein fortwährendes Vorwärtsfallen des Körpers, welches durch geeignete Bewegungen der Beine in der Art geregelt wird, dass aus dem Vorwärtsfallen niemals ein Niederfallen wird.

Da nun die Oberschenkelköpfe den Rumpf tragen, so besteht die zu lösende Aufgabe einfach darin, die Hüftgelenke in horizontaler Ebene fortzubewegen. Und dies wird geleistet durch die zwei symmetrisch gebauten Beine, welche abwechselnd die Körperlast tragen und jedes Mal, während sie dies thun, aus dem verkürzten Zustand in den gestreckten übergehen.

Jedes Bein hat demnach bei der Gehbewegung in regelmäßig wechselnder Folge Arbeits- und Ruhezeiten. Die Arbeitszeit dauert solang als das Bein auf dem Fußboden aufgesetzt ist und den Körper trägt, die Ruhezeit solang es, im Hüftgelenk hängend, vom Körper getragen wird. Die Ruhezeit des einen Beins entspricht der Arbeitszeit des anderen.

Arbeitszeit des Beins

In dem Augenblick, wo das Bein die Körperlast übernimmt und dadurch in die Arbeitszeit eintritt, berührt es, bei mäßiger Beugung in Hüfte und Knie und senkrecht stehendem Unterschenkel, den Boden mit der ganzen Fußsohle. Das weitere Vorwärtsrücken des Schwerpunktes führt, so lange derselbe sich noch über dem Mittelfuße befindet, bei Nachlassen des Wadenmuskels zu Vorwärtsneigung des Unterschenkels über dem feststehenden Fuß. Gleichzeitig muss das Knie gestreckt werden, damit die Neigung des Unterschenkels nicht den Oberschenkelkopf sinken lasse, und die Hüfte muss gestreckt werden, damit der Rumpf die Vorwärtsneigung des Beines nicht mitmache.

Rückt der Schwerpunkt über die Zehen oder weiter nach vorn, dann dreht die Schwere das Fußskelett in dem Mittelfuß-Zehengelenk und hebt die Ferse; damit nun durch diese Bewegung kein Herabsinken des Schenkelkopfes bedingt werde, muss jetzt der Wadenmuskel den Unterschenkel an der sich hebenden Ferse strecken, und entsprechende Streckung in der Hüfte muss wiederum dafür sorgen, dass der Rumpf die Vorwärtsneigung nicht mitmacht.

Sind auf diese Weise die drei Streckbewegungen erschöpft, dann ist das Bein am Ende seiner Arbeitszeit angelangt. Glücklicherweise ist nun auch das andere Bein schon auf dem Platze, um den niederfallenden Körper aufzufangen und ihn wiederum um eine Schrittlänge im Raume weiter zu schieben.

Ruhezeit des Beins

Während dessen gehen an dem nun in Ruhezustand tretenden Bein alle Gelenke sofort in die entgegengesetzte Lage. Durch Beugung des Knies und Hebung des Fußes wird es hinlänglich verkürzt, um nun, im Hüftgelenk frei hängend und seiner Schwere folgend, wie ein Pendel nach vorn zu schwingen. Noch ehe es aber diese Pendelschwingung ganz beendet hat, wird es, mit der Ferse zuerst, wieder auf den Boden gesetzt und tritt von neuem in den Arbeitszustand ein.

Die eigentliche Arbeit der Fortbewegung der Körperlast im Raume fällt demnach den Streckmuskeln der drei großen Gelenke zu. Die entgegengesetzten Muskelgruppen (Kniebeuger und Heber des Fußes) haben in den Ruhezeiten nur das Bein so weit zu verkürzen, dass es beim Vorwärtspendeln den Boden nicht streift.

Dieser regelmäßige Wechsel von Arbeit und Ruhe, den das gehende Bein, bezw. die jeweilig in Anspruch genommene Muskelgruppe durchmacht, befähigt uns, die Gehbewegung lange und anhaltend auszuführen.

Verhalten beider Beine

Die Dauer der Ruhezeit ist beim gewöhnlichen Gehen halb so lang als die Zeit, während welcher der Fuß aufgesetzt ist. Daraus folgt, dass zwischen je zwei Pendelschwingungen ein Augenblick liegt, in welchem beide Beine den Boden berühren. Die Pendelschwingung eines Beines fällt immer in die Mitte der Arbeitszeit des anderen. Die Zeit, während welcher beide Beine aufgesetzt sind, verringert sich bei beschleunigtem Gehen und wird bei dem raschesten Gehen nahezu gleich Null, d. h. der Wechsel der Füße geschieht in einem Augenblick. Damit ist die Grenze der Gehbewegung bezeichnet. Wird die Beschleunigung weiter getrieben, dann entsteht die Laufbewegung.

Laufbewegung

Die Laufbewegung kennzeichnet sich dadurch, dass an die Stelle des Zeitraums, in welchem beide Beine auf dem Boden stehen, ein Zeitraum tritt, wo keines ihn berührt. Beim gewöhnlichen Gehen kann die Größe des Schrittes nur etwa die halbe Spannweite der Beine betragen, beim Laufen dagegen können größere Schrittlängen erreicht werden, weil die Bewegung des Laufens den Körper von dem einen Bein, über eine größere Wegstrecke hinweg, auf das andere wirft. Beim gewöhnlichen Laufen wird der Körper durch die Wurfbewegung nur wenig gehoben, fliegt beinahe in horizontaler Ebene dahin.

Sprunglauf

Bei einer anderen Art, die man als Sprunglauf vom eigentlichen Lauf unterscheidet, wird der Körper nicht nur nach vorn, sondern zugleich in die Höhe geworfen, das schwingende Bein wird nicht am Ende der Vorschwingung aufgesetzt, sondern beginnt eine Rückschwingung und erreicht erst in dieser den Boden. Raschere Fortbewegung gestattet das eigentliche Laufen, dagegen strengt der Sprunglauf den Körper weniger an, man benutzt ihn deshalb zum Dauerlauf, oder dann, wenn man sich die Möglichkeit plötzlichen Anhaltens wahren will, und endlich in Fällen, wo bestimmte Stellen des Bodens berührt werden sollen, die für einen Geh-Schritt zu weit voneinander entfernt sind.

Vorwärtsneigung des Rumpfes

Je rascher ein Mensch geht oder läuft, desto stärker neigt er den Oberkörper vornüber, was für die bildliche Darstellung der Bewegung von Wichtigkeit ist. Der Grad der Vorwärtsneigung des Rumpfes muss im richtigen Verhältnis zur darzustellenden Geschwindigkeit stehen. Aus der Richtung, nach welcher ein gehender Mensch geneigt ist, erkennt man die Richtung, in der er geht, und nach dem Grad der Neigung schätzt man die Geschwindigkeit seines Ganges.

Stand der Hüfte

Bedingend für diese Geschwindigkeit ist die Höhe, in der die Schenkelköpfe getragen werden. Denn: bei höchstem Stand der Hüfte, wenn diese senkrecht über dem gestreckten Bein steht, ist keine Fortbewegung denkbar; erst dadurch, dass die Hüfte einen niedrigeren Stand erhält, wird es dem Bein möglich, zwischen Hüfte und Erdboden abwechselnd eine geringere und eine größere Länge anzunehmen, d. h. die

Gehbewegung auszuführen. Bei hohem Stand der Hüfte sind die Schritte klein und langsam, bei niedrigem groß und rasch. Das ergiebt den Satz: je weniger Zeit ein Schritt kostet, desto größer ist er; was aber natürlich nur für eine gegebene Beinlänge gilt. Denn Schrittdauer und Schrittlänge sind größer bei langen, geringer bei kurzen Beinen, und entsprechend verschieden ist das Schritt-Tempo großer und kleiner Personen.

Der gravitätische Schritt

Ein abweichendes Verhalten zeigt der sogen. gravitätische Schritt, eine Art der Gehbewegung, bei der gewissermaßen jeder Schritt ein Stillstehen ist. Hier steht der Rumpf nicht vornüber geneigt, sondern gerade, und die Hüfte befindet sich in der höchsten Lage, die überhaupt noch Fortbewegung gestattet. Das schwingende Bein vollendet die ganze Pendelschwingung und wird am Ende derselben aufgesetzt zu einer Zeit, wo die Körperlast noch auf dem tragenden Beine ruht. Erst spät rückt der Schwerpunkt weit genug vor, um von dem vorgesetzten Bein übernommen zu werden. Die Schritte sind klein, nur etwa gleich der Länge des Fußes; der Zeitraum, in dem beide Beine den Boden berühren, ist größer als der dazwischenliegende; der vorgesetzte Fuß berührt den Boden zuerst mit den Zehen. Blinde, sowie Menschen, die im Finstern gehen, bedienen sich dieses Ganges, nicht nur wegen der Kleinheit der Schritte, sondern weil der leicht vorgesetzte Fuß zum Tasten dienen kann.

Vertikale Schwankung

Wir sind oben bei der Zergliederung der Gehbewegung von der Annahme ausgegangen, dass die tragenden Schenkelköpfe in einer horizontalen Ebene fortbewegt werden; das ist nun zwar im allgemeinen, aber nicht buchstäblich richtig. In dem Augenblick nämlich, wo das stemmende Bein mit seiner Arbeit am Ende ist, sinkt der Rumpf ein wenig herab, und die Arbeit des anderen Beines beginnt damit, ihn um eben so viel wieder zu heben. Haben wir den Wind im Rücken, so wird die vertikale Schwankung größer, kämpfen wir gegen widrigen Wind an, dann wird sie geringer und kann ganz verschwinden.

Horizontale Schwankung

Neben dieser zeigt der Rumpf auch eine Schwankung in der horizontalen Ebene, von einer Seite zur anderen, entsprechend dem Herüber- und Hinübertreten des Schwerpunktes. Diese Schwankung kennt jeder, denn jeder weiß, dass man, um Arm in Arm zu gehen, gleichen Schritt halten muss, weil sonst bei beiden die Schwankung im entgegengesetzten Sinn erfolgt und die Körper abwechselnd aneinander stoßen und sich voneinander entfernen.

Drehungen des Rumpfes

Eine Drehung des unteren Teils des Rumpfes kommt zu Stande durch das nach vorn schwingende Bein und muss für den oberen Teil durch gleichzeitige Schwingungen der Arme ausgeglichen werden. Schwingt das linke Bein nach vorn und dreht die linke Hüfte in gleichem Sinn, so schwingen gleichzeitig die Arme, der linke nach hinten, der rechte nach vorn, und führen ihrerseits eine Drehung der linken Seite der Brust nach hinten aus. Schwingt dagegen das rechte Bein, dann ist alles umgekehrt. Infolge des gegenseitigen Ausgleichs dieser im unteren und im oberen Abschnitt des Rumpfes in entgegengesetztem Sinn sich vollziehenden Drehungen wird der Körper scheinbar einfach geradeaus nach vorn fortbewegt. Wir brauchen aber nur die Arme über der Brust fest zu schließen und in dieser Haltung rasch zu gehen, um die bedeutenden Drehungen zu bemerken, die für gewöhnlich durch die schwingenden Arme ausgeglichen werden.

Bedeutung der Beckenneigung für die Größe der Schritte

Die Größe der Schritte ist, außer von der Höhe, in der die Hüfte beim Gehen getragen wird, in zweiter Linie auch abhängig von der Stellung des Beckens, also von der Haltung des Rumpfes überhaupt, denn, wie wir oben (S. 72) erörtert haben, stehen Beckenneigung und Biegung der Wirbelsäule in wechselseitig abhängiger Beziehung zu einander.

Die Hüftpfanne schaut nach außen und, je nach der Neigung, die das Becken hat, zugleich entweder nach vorn oder nach unten. Das wenig geneigte Becken, d. h. dasjenige, dessen Darmbeinkämme mehr nach hinten weichen, kehrt seine Hüftpfannen nach vorn, das stark geneigte Becken, dessen Darmbeine nach vorn treten, kehrt die Pfannen nach unten, bei stärkster Neigung sogar nach hinten.

Daraus leuchtet die Bedeutung der Beckenneigung für das Maß des Ausschreitens von selbst ein. Denn in der nach vorn schauenden Hüftpfanne befindet sich der Oberschenkel bereits bei der Stellung des stehenden Beines in äußerster Streckung. Die Streckung des Beines beim Gehen kann sich in dieser Haltung daher nur noch in Knie- und Sprunggelenk, und auch in ihnen nur unvollständig vollziehen. Das gebogene Knie wird durch Beugung in der Hüfte nach vorn geschoben, und die nun folgende Streckung des Knies und des Fußes bringt den Rumpf nach, dessen Schwerpunkt jedoch niemals vor die quere Achse des Kniegelenks gelangt. Es ist gewissermaßen ein Gang in den Sprunggelenken. Er wird im gewöhnlichen Leben als »knickebeiniger« Gang bezeichnet und ist mit dem früher geschilderten Extrem der »schlaffen Haltung« (Seite 73) unfehlbar vereinigt.

Ganz anders der Gang aus der Hüfte. Bei stramm gehaltenem Rumpfe mit stark geneigtem Becken, wenn also die Hüftpfannen nach unten und beinahe nach hinten schauen, da können die Oberschenkel von der senkrechten Stellung aus noch um einen beträchtlichen Winkel nach hinten gestreckt werden, ehe sie an der Grenze des Spielraums ankommen. Dadurch gewinnen die Beine die Möglichkeit, die ganze Reihe von Gelenkstreckungen auszuführen, aus denen sich die Gehbewegung nach der oben gegebenen Darstellung zusammensetzt. Um eben so viel, als sich das Becken nach vorn stärker neigt, kann der Oberschenkel nach hinten weiter ausgreifen, und um eben so viel wächst die Größe des Schrittes. Daraus wird verständlich, warum die Exerziervorschriften so großen Wert auf stramme Haltung und den sogen. »langsamen Schritt« legen. Beide zielen darauf ab, dem Becken die möglichst starke Neigung zu geben und dadurch den Rekruten tauglich zu machen für große und rasche Märsche.

Der stramm aufgerichtete Körper ist also nicht nur für den gegebenen Augenblick zur Vorwärtsbewegung vorbereitet und deswegen mimisch die Ausdrucksform des angriffsbereiten Mutes; sondern er verspricht auch eine Vorwärtsbewegung in großen und ausdauernden Schritten. Die in sich zusammengesunkene Gestalt dagegen, mit wenig geneigtem Becken und knickenden Knieen, lässt in jeder Beziehung das Gegenteil erwarten, sie ist weder zum Kampfe noch zum Marsch geeignet.

Die relativ ungenügende Länge der mehrgelenkigen Muskeln

Zum Schluss müssen wir, nachdem die Gehbewegung in kurzen Zügen erläutert ist, noch auf eine Anordnung der Muskeln unsere Aufmerksamkeit lenken, die erst durch die Erkenntnis der ausschließlichen Einrichtung des Beines für jene Bewegung verständlich wird. Es ist die verhältnismäßige Länge der einzelnen Muskeln, besonders der über zwei Gelenke hinweglaufenden. Wie wir gesehen, treten bei den regelmäßigen Bewegungen des Gehens und Laufens alle drei Gelenke der unteren Gliedmaßen immer gleichzeitig entweder in Beugung oder in Streckung. Diesem Mechanismus hat sich die Länge der zweigelenkigen Muskeln angepasst.

Beugung in der Hüfte dehnt die Beugemuskeln des Knies und macht sie dadurch sehr geeignet für die Wirkung (siehe S. 97). Bei weitergehender Dehnung können sie sogar die Beugung des Knies ohne Zuthun des Willens bewirken. Umgekehrt wird durch die Streckung in der Hüfte der gerade Schenkelmuskel gedehnt und bedingt seinerseits Streckung im Knie. Vom Knie setzt sich eine ähnliche Wirkung auf das Sprunggelenk fort, indem die beiden Köpfe des Wadenbauchmuskels bei Streckung des Knies gedehnt und dadurch für die Streckung des Fußes in die günstigste Lage versetzt werden.

Diese gegenseitige Abhängigkeit der verschiedenen Muskelgruppen erhöht die Leistungsfähigkeit des Beines beträchtlich, solange sich seine Bewegungen nach dem von der Gehbewegung vorgezeichneten Schema vollziehen. Wenn dieses aber verlassen wird, dann kehren sich die Vorteile in Nachteile um: die über mehrere Gelenke verlaufenden Muskeln bedingen Beschränkungen der Beweglichkeit. Davon kann sich jeder am eigenen Bein überzeugen. Mit gestrecktem Knie das Bein bis zu horizontaler Haltung zu erheben, gelingt nur Auserwählten; und umgekehrt macht sich ziehender Schmerz der Muskeldehnung in der Vorderseite des Oberschenkels fühlbar, wenn man bei gestreckter Hüfte den Unterschenkel, über die horizontale Haltung hinaus, gegen den Oberschenkel emporbeugt. Dass es auch nicht leicht ist, bei gestrecktem Knie die »Fußspitzen hoch« zu halten, wird mancher von seinen ersten Reitstunden her noch wissen.

Das sind alles Beispiele von Bewegungskombinationen, welche im Verlauf der regelmäßigen Gehbewegung nicht vorkommen. Streckung im Knie verlangt Streckung in der Hüfte, Beugung verlangt Beugung. Bei entgegengesetzter Kombination schränken sich die Bewegungen benachbarter Gelenke gegenseitig ein. In welchem Grade dies der Fall ist, das scheint allerdings bei verschiedenen Menschen verschieden, und auch bei ein und demselben nicht unveränderlich zu sein.

Kautschukmänner.

In der That kann durch Übung auf diese Beziehungen sehr bedeutend eingewirkt werden, wahrscheinlich dadurch, dass unter dem Einflusse häufiger Dehnung die Fleischfasern der betreffenden Muskeln länger werden und die Bewegung nach der entgegengesetzten Seite dann in geringerem Grade hemmen als vorher. Nur so erklären sich die Leistungen der sogen. Kautschukmänner. Denn bei diesen Leuten pflegt die wirkliche Beweglichkeit der Skelettverbindungen nur in der Bauchwirbelsäule größer zu sein, als bei gewöhnlichen Menschen. Die so höchst überraschend wirkenden Verschränkungen der Gliedmaßen dagegen beruhen fast ausschließlich auf ungewöhnlichen Kombinationen von Bewegungen, deren jede einzelne für sich allein bei jedermann ausführbar ist, deren gleichzeitige Ausführung aber durch die relativ ungenügende Länge der Muskeln verhindert wird.

PROPORTIONSLEHRE.

(Fig. I bis VIII.)

Antike Kunst

Obwohl bereits die alte asiatische, die ägyptische und die ältere griechische Kunst bei der Darstellung menschlicher Gestalten gewissen Satzungen über die Größenverhältnisse gefolgt zu sein scheint, so ist doch die erste eigentliche Proportionslehre, von der die Geschichtsschreiber berichten, die des griechischen Bildhauers POLYKLET, eines Zeitgenossen des PHIDIAS. Er verfasste eine Schrift über die Größenverhältnisse und stellte durch eine Statue die normale Schönheit eines durchgebildeten Körpers dar. Aber diese im Altertum als »Kanon« hochberühmte Figur sowohl, wie die schriftliche Erläuterung derselben sind verloren gegangen, und zur Zeit der Wiedergeburt der plastischen Künste war über Körperproportionen keine bestimmte Überlieferung mehr vorhanden. Nur einiger Regeln wird Erwähnung gethan, welche durch VITRUV, einen Architekten unter CÄSAR und AUGUSTUS, älteren Schriftstellern entnommen worden und so auf die Nachwelt gekommen waren.

Renaissance

Die italienischen Künstler des 14. und 15. Jahrhunderts begnügten sich mit diesen spärlichen Angaben nicht, sondern machten die Größenverhältnisse zum Gegenstande eingehender Überlegungen. Von GIOTTO († 1337) bis BRAMANTE († 1514) wird eine ganze Reihe von Künstlern aufgeführt, welche nicht nur in Farben oder Marmor menschliche Gestalten geschaffen, sondern auch über die Proportionen der menschlichen Glieder Traktate geschrieben haben. Und auch die größten Meister der Renaissance, LEONARDO DA VINCI, MICHELANGELO und unser Landsmann ALBRECHT DÜRER, verschmähten es nicht, ihre Beobachtungen über Körperverhältnisse zu formulieren, sei es in Lehrsätzen, sei es in schematischen Zeichnungen.

Freilich wird dem MICHELANGELO die Äußerung in den Mund gelegt: »der Künstler müsse den Zirkel im Auge haben«, aber gleichwohl existiert ein von ihm gezeichnetes Blatt, zweihundert Jahre später in Kupfer gestochen, auf welchem er an einer männlichen Figur und nebengesetzten Maßstäben seine Proportionslehre darlegt.

Von ALBRECHT DÜRER besitzen wir sogar eine ausführliche, durch zahlreiche Holzschnitte illustrierte Abhandlung über die Proportionen.

Wenn sich nun auch gegen die Proportionen des MICHELANGELO, sofern man Mittelwerte in ihnen sehen will, etwa einwenden lässt, dass der Kopf auffallend klein und der Fuß zu kurz angesetzt, und dass die unteren Gliedmaßen unbedeutend erscheinen gegenüber dem Rumpf und Arm; und wenn andererseits bei DÜRER nur

einige Figuren annehmbar, die meisten aber unbegreiflich in die Länge gezogen sind; so haben diese Darstellungen doch zweifelsohne zur Beobachtung angeregt und die Erkenntnis gefördert.

Aus dem letzten Drittel des 17. Jahrhunderts ist ein Kupferblatt von CHRISOSTOMO MARTINEZ, einem damals in Paris lebenden Spanier, vorhanden, welches Proportionen darstellt, die als Mittelwerte aus den Varianten der Natur gelten können; die Körperlänge ist zu $7^1/_3$ Kopflängen, die Hand gleich der Gesichts-, der Fuß gleich der Kopflänge angesetzt. Und zu derselben Zeit etwa erschienen auch die Ausmessungen antiker Statuen von dem mit MARTINEZ befreundeten CLAUDE AUDRAN (Paris 1683, bei GÉRARD AUDRAN), welche die Körperverhältnisse der griechischen Meisterwerke an Konturenzeichnungen in vortrefflicher Weise darlegen.

Damit schließt nun aber auch das Beste ab, was vor der neuesten Zeit in der Proportionslehre geleistet worden ist. Denn während des ganzen 18. und bis in den Anfang des 19. Jahrhunderts herein lag den Künstlern eingehendes und vergleichendes Naturstudium fern, und die mannigfachen Darstellungen der Körperverhältnisse, welche die Litteratur dieses Zeitraumes aufweist, sind teils Wiederholungen älterer Ansichten, teils aber ganz willkürlich und unbedeutend.

Neueste Zeit

Erst im Jahre 1834 wird die Proportionslehre wieder selbständig aufgegriffen durch den Berliner Bildhauer GOTTFRIED SCHADOW in seinem »Polyclet« betitelten Werke (vgl. die Litteraturangaben auf S. 25). Hier verbindet sich gewissenhafte Naturbeobachtung mit künstlerischer Auffassung und Reproduktionsfähigkeit, und ohne ein eigentliches System der Proportionslehre aufzustellen, giebt SCHADOW durch die Fülle seiner naturgetreuen Abbildungen eine treffliche Anschauung von der Mannigfaltigkeit der durch die lebende Menschheit verwirklichten Größenverhältnisse.

Goldener Schnitt

Ein Versuch, ein derartiges geschlossenes, auf einem allgemeingültigen Proportionswert aufgebautes System zu konstruieren, ist von A. ZEISING (1854) ausgegangen. Er hat zuerst in ausführlicher Begründung nachzuweisen gesucht, dass bei einer Teilung der menschlichen Gestalt nach der Proportion des sogenannten »goldenen Schnittes« (annähernd = 8 : 5) die Teilungspunkte mehr oder weniger genau auf die Grenzen von augenfälligen Körperabschnitten treffen, welche auch durch die Kleidung markiert zu sein pflegen. ZEISING nennt den größeren der beiden proportionalen Teile kurzweg Major, den kleineren Minor; seine grundlegenden Maßangaben sind folgende.

Wird bei aufrechter Körperhaltung die ganze Gestalt derart abgeteilt, dass der Unterkörper dem Major, der Oberkörper dem Minor entspricht, so trifft der Teilungspunkt annähernd auf den Nabel (Gürtel, Taille); wird umgekehrt der Major von oben her eingetragen, so fällt der Teilungspunkt in eine Horizontale mit den Fingerenden der senkrecht herabhängenden Arme. Bei sekundärer Teilung der beiden Hauptabschnitte vom Nabel aus, trifft der Teilungspunkt im Oberkörper die Mitte des Halses (Halskragen), im Unterkörper die Einziehung des Beinumfanges unter dem Knie (Strumpfband). Bei tertiärer Teilung des Kopfabschnittes trifft der Teilungspunkt die Nasenwurzel, und durch noch weitere Teilungen kann die Lage der Haargrenze, der Nasenbasis, des Kinnes u. s. w. annähernd bestimmt werden. ZEISING hat nicht nur den menschlichen Körper in allen seinen Teilen durchgemessen, sondern seine Betrachtungen auch auf Tiere, auf Pflanzenteile, auf Krystalle ausgedehnt, und das Vorherrschen derselben Proportionalität auch in der Architektur, ja sogar in der musikalischen Harmonie nachzuweisen gesucht. Aber trotz des lebhaften Interesses, welches das ZEISING'sche Werk unmittelbar nach seinem Erscheinen in den beteiligten Kreisen wachgerufen hat und das es auch heute noch einzuflößen im stande ist, hat es

sich doch als Grundlage einer praktischen Proportionslehre, zu der es vom Autor eigentlich bestimmt war, nicht einzubürgern vermocht.

Die Ursache hiervon dürfte wohl hauptsächlich darin liegen, dass ZEISING die anatomische Gliederung des Körpers nur ungenügend berücksichtigt, als Objekt der Untersuchung vielmehr fast ausschließlich den gefügigeren Oberflächenkontur benutzt. Denn da jede beliebige Stelle der Oberfläche irgend wie bezeichnet und zum Ausgangspunkt für einen Proportionswert gemacht werden kann, so kommt man hier beim Eintragen theoretisch gegebener Maße natürlich niemals in Verlegenheit. Was ist aber durch all diese Maßgleichungen gewonnen, da dieselben mit einer jeden Stellungsveränderung hinfällig werden und durch andere zu ersetzen sind?

C. Schmidt's Proportionsschlüssel

Eine rationelle Proportionslehre, welche für alle Stellungen des Körpers ihre Gültigkeit behalten soll, muss, wie CARL SCHMIDT (1849) zuerst gezeigt hat, die Drehpunkte oder Bewegungsachsen der Gelenke als die natürlichen, in allen Stellungen unveränderlichen Grenzen der Körperteile aufsuchen, die Abstände dieser Grenzpunkte messen und aus den so gewonnenen Maßen das System konstruieren.

Durch die Aufstellung dieses Teilungsprincipes hat C. SCHMIDT der Proportionslehre eine neue und sichere Grundlage gegeben, und auch das von ihm für den normal-idealen Menschen konstruierte Schema, in welchem die mittleren Maße der einzelnen Körperteile in einfacher Abhängigkeit voneinander enthalten sind, sein »Proportionsschlüssel«, zeichnet sich vor anderen Versuchen dieser Art durch eindringendes anatomisches Verständnis und feines Naturgefühl aus. GUSTAV FRITSCH hat das Verdienst, in neuester Zeit die Brauchbarkeit des C. SCHMIDT'schen Systems hervorgehoben und noch erhöht zu haben. Wir wollen im folgenden den SCHMIDTschen Proportionsschlüssel kurz vorführen unter Berücksichtigung der von G. FRITSCH gegebenen Ergänzungen und können für die ausführlichere Begründung ausser auf die oben S. 25/26 zitierten Aufsätze auch auf ein in Vorbereitung befindliches ausführlicheres Werk von GUSTAV FRITSCH verweisen, welches unter dem Titel »Die Gestalt des Menschen, dargestellt für Künstler«, im Verlag von Paul Neff, Stuttgart, in der nächsten Zeit erscheinen soll. Vergl. zum folgenden die Abbildungen S. 129.

Das Grundmaß, auf dem der Proportionsschlüssel ruht, ist die Höhe des Rumpfes, d. h. der Abstand zwischen der queren Achse der Hüftgelenke (entspricht in der Vorderansicht dem oberen Rand der Schambeinfuge) und der queren Achse des Kopfgelenkes (entspricht in der Vorderansicht dem unteren Rand der Nase).

Wird dieses Rumpfmaß in vier gleiche Teile geteilt, dann trifft, von unten gerechnet, der erste Teilungspunkt den Nabel; der zweite die sogen. Magengrube, entsprechend dem Ende des Schwertfortsatzes; der dritte die Mitte des Brustbeinhandgriffes, also den Stützpunkt des Schultergürtels, d. h. die quere Verbindungslinie der beiden Schultergelenksdrehpunkte.

Wird nun weiter zunächst am oberen Ende des Rumpfmaßes, im Kopfgelenk, 1 Viertel des Maßes in gerader Verlängerung angesetzt, so ist die Höhe des Scheitels gewonnen; wird im dritten Teilungspunkt (Brustbeingriff) jederseits 1 Viertel rechtwinkelig angesetzt, so ist die Lage der Schultergelenksdrehpunkte gewonnen; wird am unteren Endpunkt des Rumpfmaßes jederseits $^1/_2$ Viertel rechtwinkelig angesetzt, so ist die Lage der Hüftgelenksdrehpunkte gewonnen.

Wenn man dann ferner vom rechten Schultergelenk zum linken Hüftgelenk und umgekehrt zwei Diagonalen, die sich im Nabel schneiden, und außerdem vom Punkt des Brustbeingriffes aus, jederseits den abwärts anliegenden rechten Winkel halbierend, eine Linie auf jene Diagonale gezogen und dadurch an der Stelle, wo beide sich schneiden, die Lage der Brustwarzen gewonnen hat, und wenn endlich

von beiden Schultergelenksdrehpunkten aufwärts Linien durch den Kopfdrehpunkt (unterer Rand der Nase) gezogen und oberhalb des letzteren vom Scheitel aus zum Quadrat ergänzt worden sind, so ist ein Schema hergestellt, das die Proportionswerte der Hauptteile des Körpers enthält und als mittlere Maße folgende Gleichungen liefert.

Breite des Kopfes = Höhe des Scheitels über dem unteren Rand der Nase = 1 Viertel der Höhe des Rumpfes;
Höhe des Kopfes (Scheitel bis Kinn in der En-face-Projection) = Abstand der beiden Brustwarzen voneinander;
Höhe des Gesichts (Haargrenze bis Kinn) = Länge der Hand;
Oberarm (Abstand zwischen Schulterdrehpunkt und Ellbogendrehpunkt) = Abstand des Schultergelenkes von der Brustwarze der anderen Seite;
Vorderarm = Brustwarze bis Nabel;
Hand = Nabel bis Hüftgelenk;
Oberschenkel = Brustwarze bis Hüftgelenk derselben Seite;
Unterschenkel = Brustwarze bis Hüftgelenk der anderen Seite;
Fußsohle = Vorderarm = Brustwarze bis Nabel;
Vorderteil des Fußes (vor der queren Bewegungsachse des Fußgelenks) = Länge der Hand = Nabel bis Hüftgelenk;
Fersenteil des Fußes (hinter der queren Achse des Fußgelenks) = Nasenhöhe;
Höhe des Fußes (Abstand der queren Achse des Fußgelenks vom Erdboden) = Fersenteil des Fußes = Nasenhöhe.

G. Fritsch

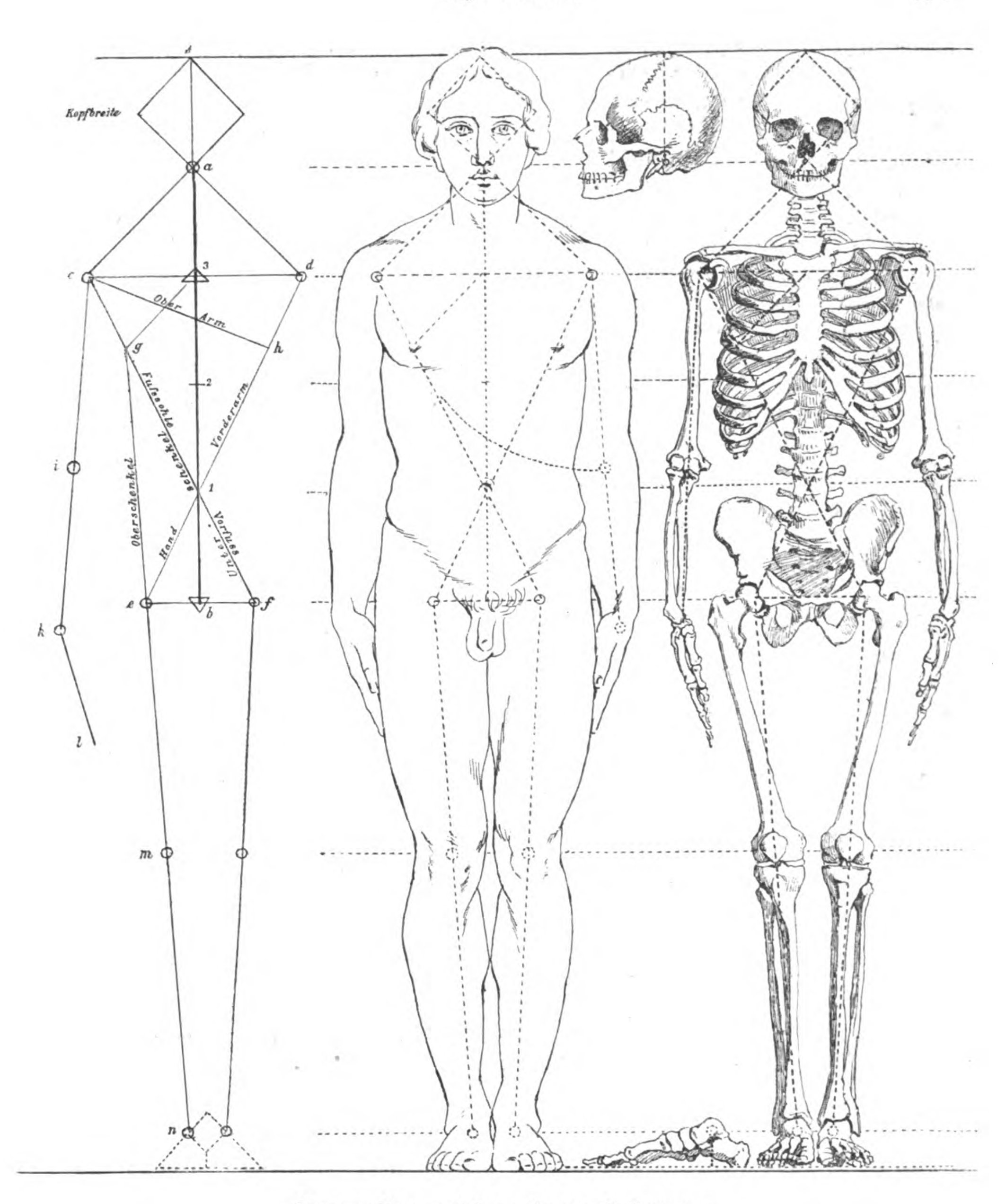
Die Abänderungen, welche G. Fritsch an dem Schmidt'schen Schema angebracht hat, beziehen sich vor allem auf die unteren Gliedmaßen. Der Fall nämlich, dass der Unterschenkel den Oberschenkel so merklich an Länge übertrifft, dürfte sehr selten, normalerweise vielleicht niemals vorkommen, kann also jedenfalls nicht als Regel aufgestellt werden, wie es durch C. Schmidt geschehen ist. Fritsch schlägt nun vor, die Werte für Ober- und Unterschenkel im Schmidt'schen Schema zu vertauschen, setzt also Oberschenkel = Brustwarze bis Hüftgelenk der anderen, Unterschenkel = Brustwarze bis Hüftgelenk derselben Seite. Wir glauben jedoch, dass dieser Vorschlag nach der entgegengesetzten Seite zu weit geht. Wenn, wie es Fritsch an mehreren Beispielen schlagend nachweist, der Fall auch häufig genug vorkommt, so möchten wir nach unseren Erfahrungen doch als allgemein gültige Regel nicht dieses, sondern ein Größenverhältnis hinstellen, bei dem die Länge von Ober- und Unterschenkel gleich ist. Trotzdem bleibt das Schmidt'sche Schema zu Recht bestehen, nur dass die beiden für Ober- und Unterschenkel gegebenen Linien nicht einzeln gelten, sondern als Summe die Gesamtlänge von der Hüfte bis zum Sprunggelenk darstellen, welche sodann halbiert die Werte für Ober- und Unterschenkel liefert.

Ferner hat G. Fritsch eine sehr zweckmäßige Art der Anwendung des Schmidtschen Schemas bei Vergleichung verschiedener Gestalten vorgeschlagen.

Stellt man an einer zur Vergleichung vorliegenden Figur, z. B. an Photographien verschiedener Menschenrassen oder photographischen Aktstudien, das Schmidtsche Grundmaß fest und zeichnet von diesem ausgehend das Proportionsschema in der angegebenen Weise, aber nur für die eine, etwa die rechte Seite des Körpers, so kann man die andere Seite nach den direkten Messungen durch punktierte Linien anlegen und »erhält so ein übersichtliches Bild von dem Soll und Haben der Figuren«, d. h. die durch den Proportionsschlüssel theoretisch verlangten und die in der gegebenen Gestalt thatsächlich vorhandenen Größenverhältnisse.

Bedeutung der Proportionslehre überhaupt

Solche Vergleichungen, in einigem Umfang durchgeführt, zeigen die unendliche Mannigfaltigkeit der Proportionen, welche durch die lebenden Menschen sowohl wie



Proportionsschlüssel von C. SCHMIDT.

a Drehpunkt des Kopfgelenkes.
b Oberer Rand der Schambeinfuge.
1 Nabel.
2 Magengrube.
3 Brustbeinhandgriff.
c, *d* Drehpunkte der beiden Schultergelenke.
e, *f* Drehpunkte der beiden Hüftgelenke.
g, *h* Rechte und linke Brustwarze.
i Ellbogen.
k Handgelenk.
l Spitze des Mittelfingers.
m Kniegelenk.
n Sprunggelenk.
s Scheitel.

durch die Kunstschöpfungen verschiedener Zeiten verwirklicht sind. Da die Variabilität, wie wir schon im ersten Abschnitt des Buches berührten, eine Grundeigenschaft der lebenden Wesen überhaupt und des Menschengeschlechts insbesondere ist, so muss die Kunst, wenn sie die Menschheit überzeugend darstellen will, darauf ausgehen, nicht einen abstrakten, sondern die konkreten Menschen in ihrer tausendfältigen Gestaltung zur Anschauung zu bringen, — die Kunst muss individualisieren, generalisieren darf nur die Wissenschaft.

Es wäre also ein völliges Verkennen der Aufgabe, wenn man der Proportionslehre die Bedeutung eines für das Schaffen des Künstlers zwingenden Kanons zugestehen wollte, wie es in manchen Perioden der Kunstgeschichte wohl geschehen ist. Gesetze sind da, weil sie übertreten werden können; wenn irgendwo, so gilt dies hier. Ein Proportionsgesetz soll nicht eine Matrize sein, in der der Künstler seine Geschöpfe formt, sondern ein Maßstab, an dem er die Geschöpfe Gottes leichter messen und die charakteristischen Verschiedenheiten ihrer Körperverhältnisse festhalten kann.

In diesem Sinn ist der SCHMIDT'sche Proportionsschlüssel aufzufassen, in diesem Sinn kann einem jeden System, sofern es auf Naturbeobachtung gegründet ist, eine gewisse Berechtigung zugestanden werden, nur darf es nicht mit dem Anspruch absoluter und allein seligmachender Gültigkeit auftreten.

LIHARŽIK's Proportionsfiguren verschiedener Alter

Es mag daher im folgenden auch noch über das bekannte Werk von LIHARŽIK (Titel s. oben S. 26) betreffend die Größenverhältnisse in verschiedenen Lebensaltern berichtet und auf den Tafeln am Ende des Buches eine Auswahl seiner Proportionsfiguren wiedergegeben werden, welche geeignet sind, die vom SCHMIDT'schen System sehr abweichende, nur mit absoluten Messungswerten arbeitende und für Vergleichungen infolgedessen sehr schwer verwertbare Darstellung des Wiener Arztes anschaulich zu machen.

Messungsobjekt

Als Messungsobjekt liegt in diesen Figuren eine männliche Gestalt mittlerer Größe zu Grunde, welche bei der Geburt 50 cm messen und unter den günstigsten Bedingungen der Ernährung und Übung

gegen Ende des	2.	Lebensjahres	eine	Körperlänge	von	91	cm
um die Mitte des	6.	»	»	»	»	121	»
zu Ende des	10.	»	»	»	»	145	»
zu Anfang des	15.	»	»	»	»	163	»
und zu Ende des	25.	»	»	»	»	175	»

erreichen soll. Neben die beiden letzteren Figuren sind weibliche Körper gleichen Alters gestellt und diesen ebenfalls Maße zuerteilt worden, welche nur ausnahmsweise und bei vollkommenster und ebenmäßiger Entwickelung für die weibliche Gestalt erreichbar sein dürften.

Maßstab

Die Körperlänge in Centimetern giebt den Maßstab, dieser ist daher

beim Neugeborenen			50	teilig
»	2 jährigen	Knaben	91	»
»	5½	»	121	»
»	10	»	145	»
»	14	»	163	»
»	14	» Mädchen	161	»
»	25	» Manne	175	»
»	25	» Weibe	173	»

Um in einen gegebenen Raum eine Figur zu konstruieren, soll man nach LIHARŽIK je nach dem Alter der gewünschten Figur den Raum in die entsprechende Anzahl gleicher Teile teilen und mit diesen Teilen als Maßeinheiten rechnen. Da nun alle Figuren (mit Ausnahme des in $^1/_5$ der natürlichen Größe ausgeführten Neugeborenen) in $^1/_{10}$ der natürlichen Größe entworfen sind, so ist die Maßeinheit der Figuren II—VIII 1 mm, gleich 1 cm der natürlichen Größe, und lassen sich die Werte der wirklichen Maße in den Figuren direkt nachmessen. In Fig. I ist die Maßeinheit 2 mm, gleich 1 cm der natürlichen Größe.

Außer dem Maßstab in Centimetern, ist den Figuren (zur linken Hand des Beschauers) die Abteilung nach Kopflängen beigefügt.

Die Figuren sind En-face-Projektionen der aufrecht stehenden Körper, die aufgeführten Maße kann man sich ebenfalls einer solchen Projektion entnommen denken. Daraus ergiebt sich, dass nur die in der Projektionsebene liegenden Maße in den Figuren enthalten sein können, also die Längen- und Breitenmaße. Die Tiefendurchmesser dagegen, so wie die Maße des Kopf- und Brustumfanges, finden sich in den Tabellen.

Kopf

Die Höhe des Kopfes (Scheitel bis Kinn, in der En-face-Projektion) im Verhältnis zur ganzen Körperhöhe oder Körperlänge.

Der neugeborne	Knabe	misst	4	Kopflängen
» 2jährige	»	»	5	»
» 7 »	»	»	6	»
» 14 »	»	»	7	»
» Erwachsene		»	$7^1/_3$	»

Über das absolute Längenwachstum lässt sich aussagen, dass das Kind unter den günstigsten Bedingungen zu Ende des 2. Lebensjahres die Hälfte der ihm überhaupt erreichbaren Körperlänge besitzt. Die Länge des männlichen Körpers ist nach vollendetem Wachstum $3^1/_2$mal so groß, als sie bei der Geburt gewesen, indem sie sich von 50 cm auf 175 erheben kann.

Oberlänge und Unterlänge

Oberlänge und Unterlänge, d. h. die Entfernung des oberen Randes der Schambeinfuge einmal von der Scheitelhöhe und dann von der Sohle, und das Verhältnis dieser beiden Werte zu einander.

Beim Neugeborenen verhält sich die Oberlänge zur Unterlänge wie 30 zu 20.

Im 7. Lebensjahre erreicht die Unterlänge den Wert der Oberlänge, so dass in diesem Alter der obere Rand der Schambeinfuge die ganze Körperlänge halbiert.

Im weiteren Verlauf des Wachstums wird die Oberlänge immer mehr von der Unterlänge überholt und im Jünglingsalter bereits soll sich das bleibende Verhältnis so stellen, dass die Unterlänge die Oberlänge um 10—13 cm übertrifft. Es kann dabei festgehalten werden, dass die Unterlänge nach Abzug der Höhe des inneren Knöchels über der Sohle noch mindestens gleich der Oberlänge sein soll.

Man kann dieses Verhältnis auch ins Auge fassen ausgehend von der Lage des Halbierungspunktes der ganzen Körperlänge. Dieser Punkt (x der Proportions-Tafeln) fällt bei der Geburt auf den Nabel, häufig sogar noch etwas oberhalb desselben. In dem Maß wie im Verlauf des Wachstums dann die Entwickelung der unteren Gliedmaßen voran eilt, rückt der Halbierungspunkt nach und nach herab, so dass er sich im 7. Lebensjahre auf dem oberen Rand der Schambeinfuge, und nach vollendeter Geschlechtsreife in der Höhe der Geschlechtsteile befindet.

Schulterbreite und Hüftenbreite

Über die Schulterbreite und ihr Verhältnis zur Hüftenbreite ist zuvörderst zu bemerken, dass LIHARŽIK die Schulterbreite misst von der einen knöchernen Schulterhöhe (Acromion) zur anderen, und dass daher dieses, richtiger als Schulterhöhenbreite zu bezeichnende Maß, da in ihm die Wölbung des Deltamuskels und der Hautüberzug nicht mit enthalten sind, beträchtlich kleiner ist, als die Gesamtbreite des Körpers in der Höhe der Schultern. Die in Vergleich gezogene Hüftenbreite dagegen ist die Gesamtbreite des Körpers in der Höhe der Hüftgelenke.

Diese beiden Maße verhalten sich sehr ungleich zu einander beim Mann und beim Weibe. Beim Manne ist die Schulterhöhenbreite gleich der Hüftenbreite, und zwar zu allen Zeiten, von der Geburt bis zu vollendetem Wachstum.

Im weiblichen Körper dagegen übertrifft die Hüftenbreite schon bei der Geburt die Schulterhöhenbreite um ein Geringes und vergrößert sich im Verlauf des Wachstums so, dass im 15. Lebensjahre bei einer Schulterhöhenbreite von 31 eine Hüftenbreite von 35 cm, beim ausgewachsenen Weibe aber mit einer Schulterhöhenbreite von 34 eine Hüftenbreite von 39 cm angetroffen wird.

Becken

Der Tiefendurchmesser oder sogenannte gerade Durchmesser des Beckens verhält sich zur Hüftenbreite:

	männlich	weiblich
neugeboren =	10 : 10	10 : $11^1/_2$
Ende des 2. Lebensjahres =	16 : 18	16 : $19^1/_2$
Anfang des 15. » =	21 : $32^1/_2$	21 : 35
ausgewachsen =	24 : 35	24 : 39

Während das weibliche Becken also in seinem geraden Durchmesser eben so zunimmt wie das männliche, wächst die Hüftenbreite, welche schon bei der Geburt um ein Geringes überwog, mit eintretender Geschlechtsreife ungleich rascher, als die des Mannes.

Gesichts- und Hirnschädel

Der Anteil des Gesichtsschädels an der Kopfhöhe oder -länge, d. h. die Maße vom Kinn zur Nasenwurzel und von der Nasenwurzel zum Scheitel, in der En-face-Projektion gemessen.

Eine, die beiden Augenbrauen verbindende Linie teilt die Vorderansicht in diese beiden Abschnitte, die sich im Lauf der Entwickelung in ihrem Verhältnis sehr verändern.

Beim männlichen Neugeborenen verhält sich der Gesichts- zum Hirnschädelanteil wie 5 zu 7; zu Ende des 2. Jahres wie 9 : 9; in diesem Verhältnis von zwei einander gleichen Teilen bleiben diese Werte während der Kindheit; zur Zeit der herannahenden Geschlechtsreife beginnt der Gesichtsanteil zu überwiegen.

Beim 14jährigen Jüngling verhalten sich die Maße = 12 : 11
» erwachsenen Manne aber . . . . = 13 : 11.

Dieses letztere Verhältnis gehört schon einem bedeutenden Kopfe an, sehr gewöhnlich stellt sich das Verhältnis so, dass die Nasenwurzel zwischen Mundspalte und Scheitel die Mitte einnimmt.

Der Gesichtsanteil zerfällt in zwei gleiche Abschnitte, deren unterer die Entfernung vom Kinn zum unteren Rand der Nase, der obere die Nase enthält. Dies sind die sogen. Nasenlängen, deren die ganze Kopflänge beim Manne reichlich $3^1/_2$ enthält.

Am weiblichen Körper bleibt im allgemeinen der Gesichtsanteil mehr zurück. Bei der Geburt ist das Verhältnis = 4 : 8, erst zur Zeit der Geschlechtsreife erreicht der Gesichtsteil den Wert des Hirnschädelteils und dieses Verhältnis erhält sich an schönen weiblichen Köpfen bleibend. Auch beim erwachsenen Weibe nimmt die Nasenwurzel die Mitte der ganzen Kopflänge ein und die letztere enthält demnach annähernd vier Nasenlängen.

Breite des Gesichts

Die Breite des Gesichts von einem Wangenhöcker zum anderen soll gleich sein der Höhe vom Kinn zur Nasenwurzel, beim Manne also 13, beim Weibe 12 cm betragen. Da aber der Abstand der beiden Augen voneinander bei beiden Geschlechtern gleich ist, nämlich 9 cm beträgt, so erscheint das Gesichtsoval der Frau gleichwohl rundlicher, als das des Mannes. Freilich wirkt zu dieser letzteren Erscheinung auch das Verhalten des Hirnschädels mit.

Kopf und Brust

Das Verhältnis des queren Kopfdurchmessers (oberhalb und etwas nach hinten von der Ohrmuschel gemessen) zur Schulterhöhenbreite und des Kopfumfangs zum Brustumfang.

In diesen Beziehungen weichen die beiden Geschlechter nicht wesentlich voneinander ab.

Beim Neugeborenen ist der quere Kopfdurchmesser gleich der Schulterhöhenbreite, beim Erwachsenen beträgt der quere Kopfdurchmesser die Hälfte der Schulterhöhenbreite.

Der Kopfumfang ist beim Neugeborenen ebenfalls gleich dem Brustumfang, und die Zunahme des letzteren im Laufe des Wachstums eine dreimal so große, als die des Kopfumfangs. Doch ist dieses Voraneilen der Größe des Brustumfangs kein stetiges, sondern nach langsamen Fortschritten in den ersten Jahren der Kindheit nimmt es gegen die Zeit der Geschlechtsreife ein rascheres und mit dieser das rascheste Tempo an.

Ein Körper z. B., der bei der Geburt um Kopf und Brust je 36 cm maß und zu Ende des 2. Lebensjahres noch einen Kopfumfang von 50 bei einem Brustumfang von 54 cm hatte, zeigt im 15. Lebensjahre:

das Verhältnis Kopf 54 : Brust 78
und nach vollendetem Wachstum » 57 : » 99.

Die Beobachtung dieses Verhältnisses ist wichtig ebenso wie für den Arzt, bei der Beurteilung der Konstitution und Lebensfähigkeit der Individuen, so auch für den Künstler, da unser Auge kaum für ein anderes Verhältnis so empfindlich ist, als für dieses. Dasselbe trägt daher zur Charakteristik der Erscheinung wesentlich bei. Der Verhältniswert der Brust muss kleiner genommen werden, wenn ein zarter Körper, größer, wenn eine herkulische Gestalt dargestellt werden soll, er darf aber unter das angegebene Verhältnis nicht beträchtlich herabgedrückt werden, wenn die dargestellte Figur nicht den Eindruck der Schwächlichkeit oder Krankheit machen soll.

Obere Gliedmaßen

Für die Länge der oberen Gliedmaßen macht Liharzik die Angabe, die zwar bisweilen, aber durchaus nicht regelmäßig zutrifft, nämlich dass die Spannweite beider Arme gleich sei der Körperlänge des betreffenden Individuums.

In der Regel ist die Spannweite um ein geringes größer als die Körperlänge. Es spielt aber bei der Beurteilung dieses Verhältnisses ein Umstand mit, der erwähnt zu werden verdient. Man erhält nämlich bei Abmessung des herabhängenden Armes vom Schultergelenk bis zur Fingerspitze und Addierung des Abstandes zwischen Schultergelenk und Brustbeingriff einen um ungefähr $^1/_{20}$ größeren Wert als bei Abmessung des wagerecht erhobenen Armes vom Brustbeingriff bis zur Fingerspitze. Dies rührt einfach daher, dass an der Hebung des Armes auch der Schultergürtel teil-

nimmt, das Schultergelenk demnach bei gehobenem Arm höher steht, als bei herabhängendem. Der Oberarmknochen befindet sich bei gehobenem Arm nicht, wie man vielleicht vermuten könnte, in der geradlinigen Verlängerung des Schlüsselbeins, sondern bildet einen nach unten offenen Winkel mit diesem (vgl. Fig. 9 der Anat. Tafeln). Die dadurch bedingte scheinbare Verkürzung des Oberarms beim Übergang aus der herabhängenden in die erhobene Stellung soll den sechsten Teil der Handlänge des betreffenden Individuums betragen und zwar in allen Lebensaltern.

Das Maß des Vorderarms ist genommen vom Ellbogen zum unteren Ende der Speiche, das Maß der Hand von hier bis zur Spitze des Mittelfingers.

Wie das Verhältnis der ganzen Länge der oberen Gliedmaßen zur Körperlänge nach Liharzik ein beständiges sein soll während der ganzen Dauer des Wachstums, ebenso das Verhältnis der einzelnen Abschnitte zu einander, welches sich etwa dahin ausdrücken lässt, dass der Oberarm um die Hälfte, der Vorderarm um ein Sechstel länger ist als die Hand.

Die Länge der Hand wird am Handrücken durch die Ansatzlinien der Finger in zwei gleiche Teile geteilt; ebenso die Finger durch das erste Fingergliedgelenk, so dass die Länge des 1. Gliedes gleich ist der Länge des 2. und 3. Gliedes zusammen. Die Spannweite der Hand soll der Länge der Hand gleichkommen, kann dieselbe aber auch übertreffen; und die Breite des Handtellers soll gleich sein der Länge des Mittelfingers.

Untere Gliedmaßen

Die Länge der unteren Gliedmaßen und ihr Verhältnis zur Körperlänge wurde bereits besprochen als Unterlänge, welch letzterer Wert ja die drei Abstände zusammenfasst: 1) oberer Rand der Schambeinfuge bis Mitte der Kniescheibe, 2) diese bis innerer Knöchel, 3) dieser bis Sohle.

Die bei diesen Abmessungen am gestreckten Bein als Teilgrenzen benutzten Punkte fallen nahezu zusammen mit den Grenzpunkten des Schmidt'schen Proportionsschlüssels, d. h. mit den queren Bewegungsachsen in den drei großen Gelenken, und die so genommenen Maße können demnach mit vollem Rechte als die Werte für die Höhe des Oberschenkels, des Unterschenkels und des Fußes gelten, denn dieselben behalten ihre Richtigkeit in allen Stellungen, welche die Gelenke zulassen. Das Maß für den Oberschenkel entspricht nicht der ganzen Länge des Oberschenkelknochens, sondern nur dem Abstand von der Spitze des großen Rollhügels bis zur Höhe der queren Achse im Kniegelenk.

Der Oberschenkelknochen ist demnach länger, das Schienbein dagegen kürzer als die Maße, welche in den Proportionsfiguren für Oberschenkel und Unterschenkel aufgestellt sind und welche nach Liharžik in allen Lebensaltern und bei beiden Geschlechtern in ihrem gegenseitigen Verhältnis einander gleich sein sollen.

Die Höhe des Fußes ist gleich der Breite von der 1. bis 4. Zehe, die Länge beträgt das Dreifache seiner Höhe. Und wie die Länge der Hand der Länge des Gesichts vom Kinn zur Haargrenze, und ferner der Länge des Schlüsselbeins entsprechen soll, so die Länge des Fußes der Kopflänge und der Länge des Vorderarms.

ANATOMISCHE TAFELN.

Fig. 1—45.

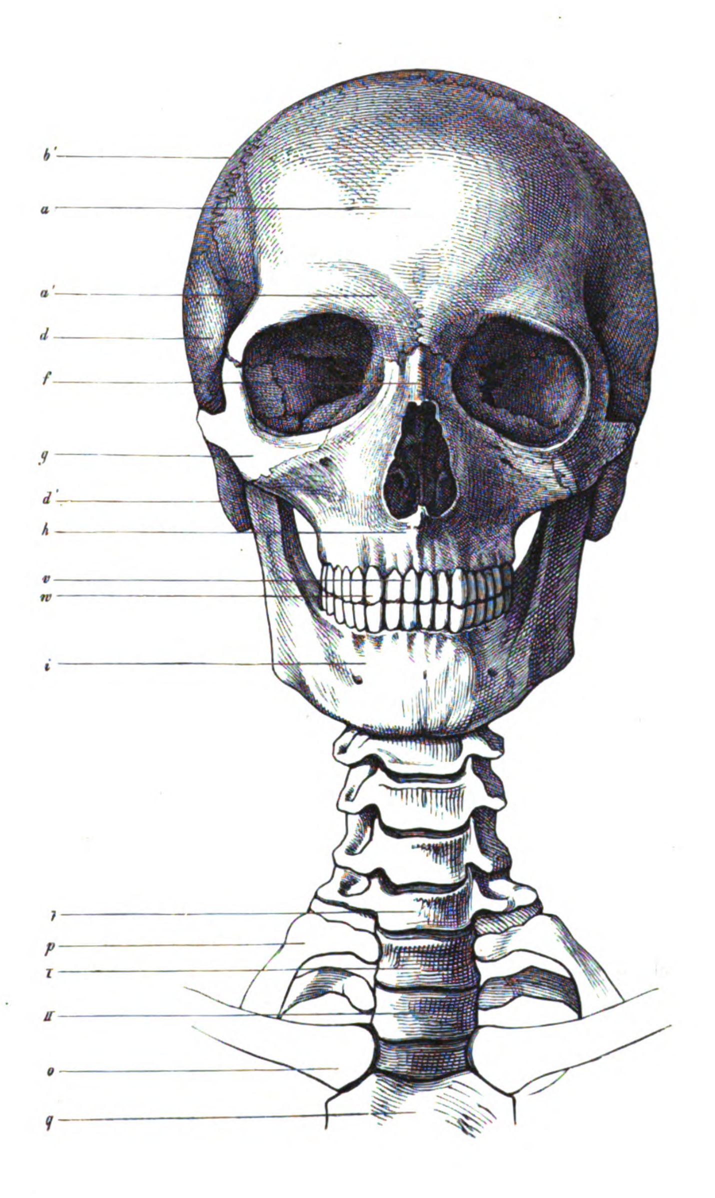
Fig. 1.

Schädel und Halswirbelsäule

von vorn.

---

a Stirnbein (*os frontale*).
a' Augenbrauenbogen desselben (*Arcus superciliaris*).
b' Schläfenlinie am Scheitelbein (*Linea temporalis, os parietale*).
d Schläfenbein (*os temporale*).
d' Warzenfortsatz desselben (*processus mastoideus*).
f Nasenbein (*os nasale*).
g Jochbein oder Wangenbein (*os zygomaticum*).
h Oberkieferknochen (*maxilla*).
i Unterkiefer (*mandibula*).
o Schlüsselbein (*clavicula*).
p Erste Rippe (*costa I*).
q Brustbein (*sternum*).
v Schneidezähne (*dentes incisivi*).
w Eckzahn (*dens caninus*).
7 Siebenter Halswirbel (*vertebra cervicalis VII*).
I Erster Brustwirbel (*vertebra thoracalis I*).
II Zweiter Brustwirbel (*vertebra thoracalis II*).



R. Helmert gez.

Tübingen Juni 1879.

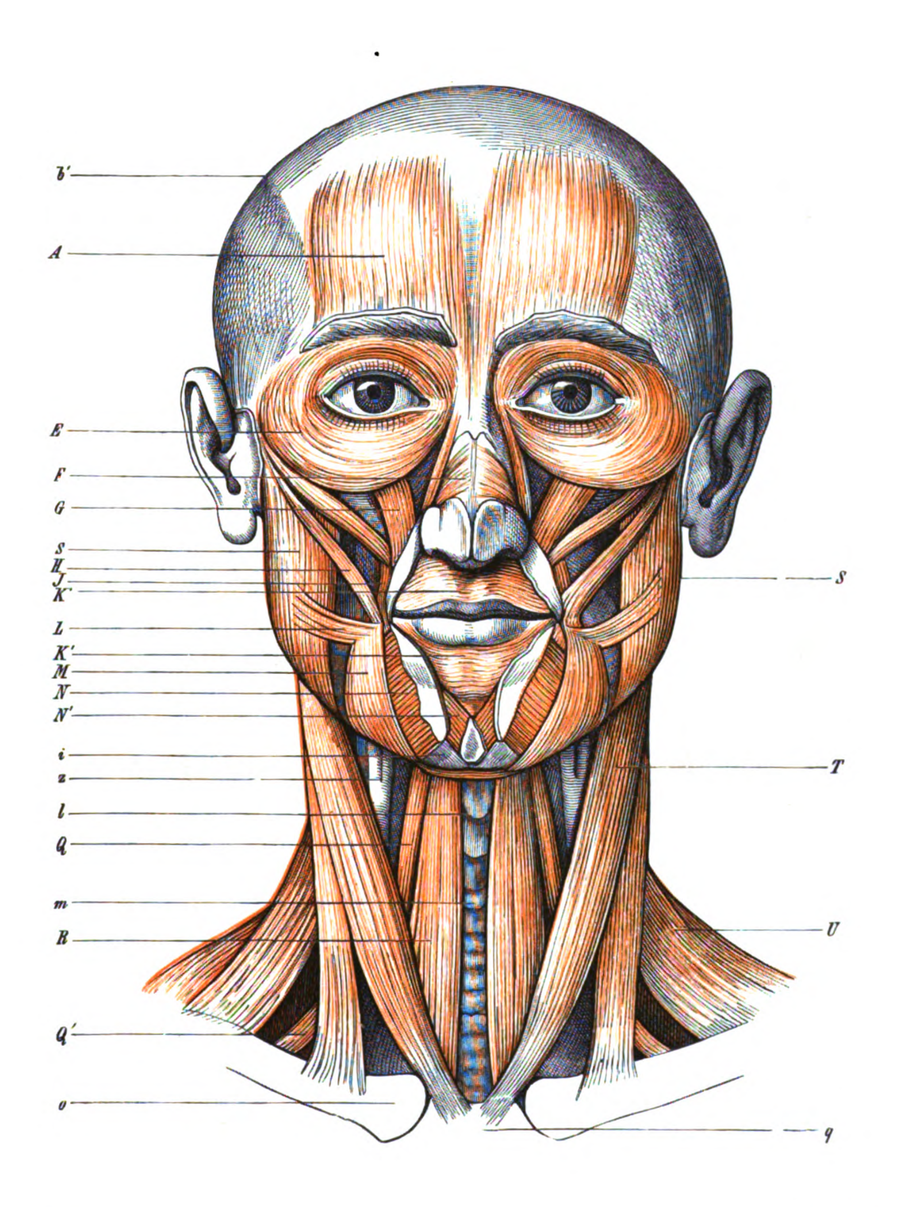
Fig. 1. Schädel und Halswirbelsäule.

Fig. 2.

Kopf und Hals

von vorn.

- *b'* Schläfenlinie (*Linea temporalis*).
- *i* Unterkiefer (*mandibula*).
- *l* „Adamsapfel" (*Prominentia laryngea*) des Schildknorpels (*cartilago thyreoidea*) des Kehlkopfes (*larynx*).
- *m* Ringknorpel (*cartilago cricoidea*) des Kehlkopfes (*larynx*).
- *o* Schlüsselbein (*clavicula*).
- *q* Brustbein (*sternum*).
- *x* Die großen Blutgefäße des Kopfes (*arteria carotis* und *vena jugularis*).
- *A* Stirnmuskel (*M. frontalis*).
- *E* Kreismuskel der Augenlider (*M. orbicularis oculi*).
- *F* Nasenmuskel (*M. nasalis, pars transversa*).
- *G* Oberer Quadratmuskel (*M. quadratus labii superioris*),
  zusammengesetzt aus drei Ursprüngen:
  gemeinsamer Aufheber des Nasenflügels und der Oberlippe (*Caput angulare*),
  besonderer Aufheber der Oberlippe (*Caput infraorbitale*),
  kleiner Jochbeinmuskel (*Caput zygomaticum*).
- *H* Jochbeinmuskel (*M. zygomaticus*).
- *J* Aufheber des Mundwinkels oder Eckzahnmuskel (*M. caninus*).
- *K'* Kreismuskel des Mundes (*M. orbicularis oris*).
- *L* Lachmuskel (*M. risorius*).
- *M* Herabzieher des Mundwinkels oder Dreieckmuskel (*M. triangularis*).
- *N* Unterer Quadratmuskel (*M. quadratus labii inferioris*).
- *N'* Kinnmuskel (*M. mentalis*).
- *Q* Schulter-Zungenbeinmuskel (*M. omo-hyoideus*), oberer Bauch (*venter superior*).
- *Q'* Desselben unterer Bauch (*venter inferior*).
- *R* Brustbein-Zungenbeinmuskel (*M. sterno-hyoideus*).
- *S* Kaumuskel (*M. masseter*).
- *T* Kopfnicker (*M. sterno-cleido-mastoideus*).
- *U* Kappenmuskel oder trapezförmiger Muskel (*M. trapezius*).



R. Helmert gez. Tübingen Juni 1879.

Fig. 2. Kopf und Hals.

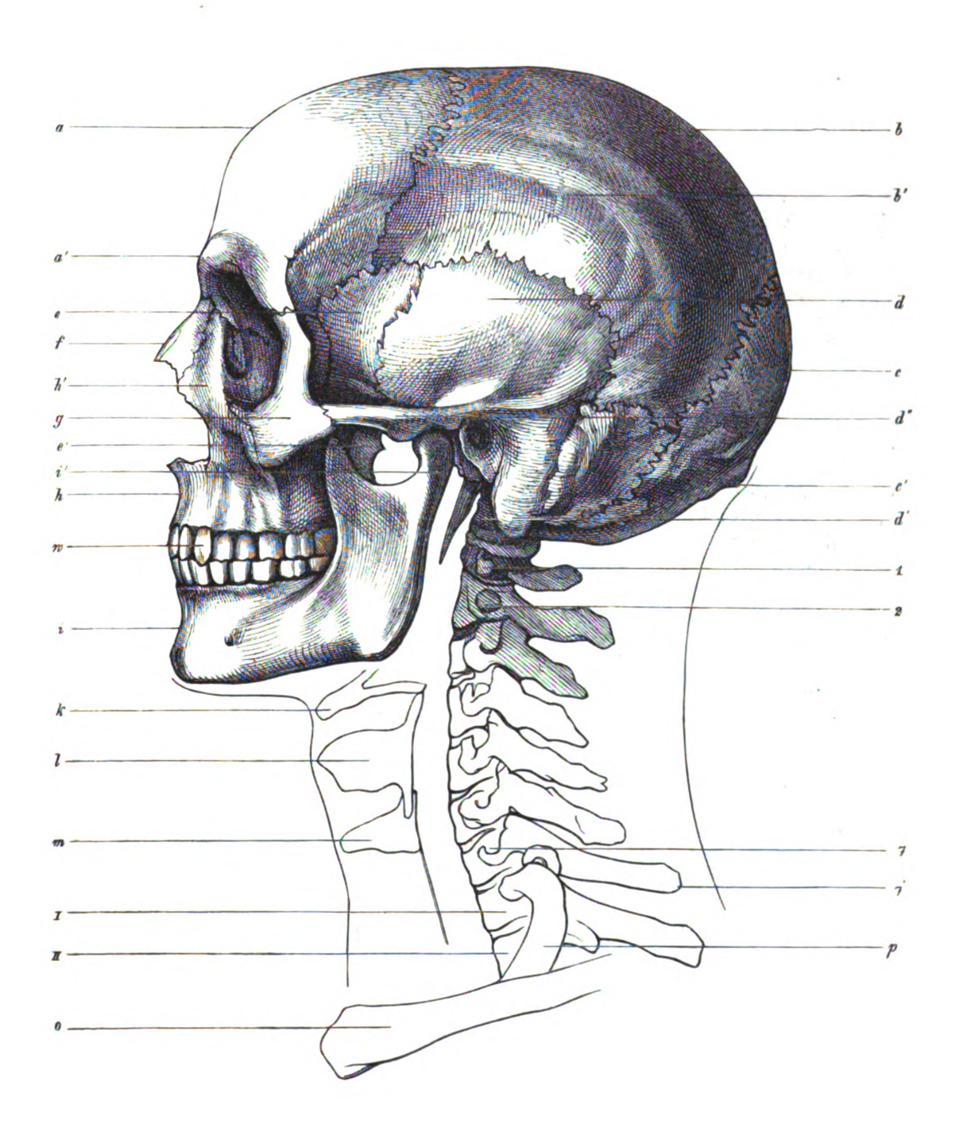
Fig. 3.

Schädel und Halswirbelsäule

im Profil.

---

a Stirnbein (*os frontale*).
a' Augenbrauenbogen desselben (*arcus superciliaris*).
b Scheitelbein (*os parietale*).
b' Schläfenlinie (*linea temporalis*).
c Hinterhauptsbein (*os occipitale*).
c' Hinterhauptsstachel (*protuberantia occipitalis externa*).
d Schläfenbein (*os temporale*).
d' Warzenfortsatz desselben (*processus mastoideus*).
d'' Jochfortsatz desselben (*proc. zygomaticus*), den Jochbogen bildend.
e Keilbein (*os sphenoidale*), Schäfenflügel desselben (*ala magna*).
e' Flügelfortsatz desselben (*processus pterygoideus*).
f Nasenbein (*os nasale*).
g Jochbein (*os zygomaticum*), den Wangenhöcker bildend.
h Oberkieferknochen (*maxilla*).
h' Stirnfortsatz desselben (*processus frontalis*).
i Unterkiefer (*mandibula*).
i' Gelenkfortsatz desselben (*processus condyloideus*).
k Zungenbein (*os hyoideum*).
l Schildknorpel (*cartilago thyreoidea*).
m Ringknorpel (*cartilago cricoidea*).
o Schlüsselbein (*clavicula*).
p Erste Rippe (*costa I*).
w Eckzahn (*dens caninus*).
1 Erster Halswirbel oder Träger (*atlas*).
2 Zweiter Halswirbel oder Drehachsenwirbel (*epistropheus, axis*).
7 Siebenter Halswirbel oder „vorspringender Wirbel“ (*vertebra prominens*).
7' Dornfortsatz desselben (*processus spinosus*).
I Erster Brustwirbel (*vertebra thoracalis I*).
II Zweiter Brustwirbel (*vert. thorac. II*).



R. Helmert gez. *Tübingen Juni 1879.*

Fig. 3. Schädel und Halswirbelsäule.

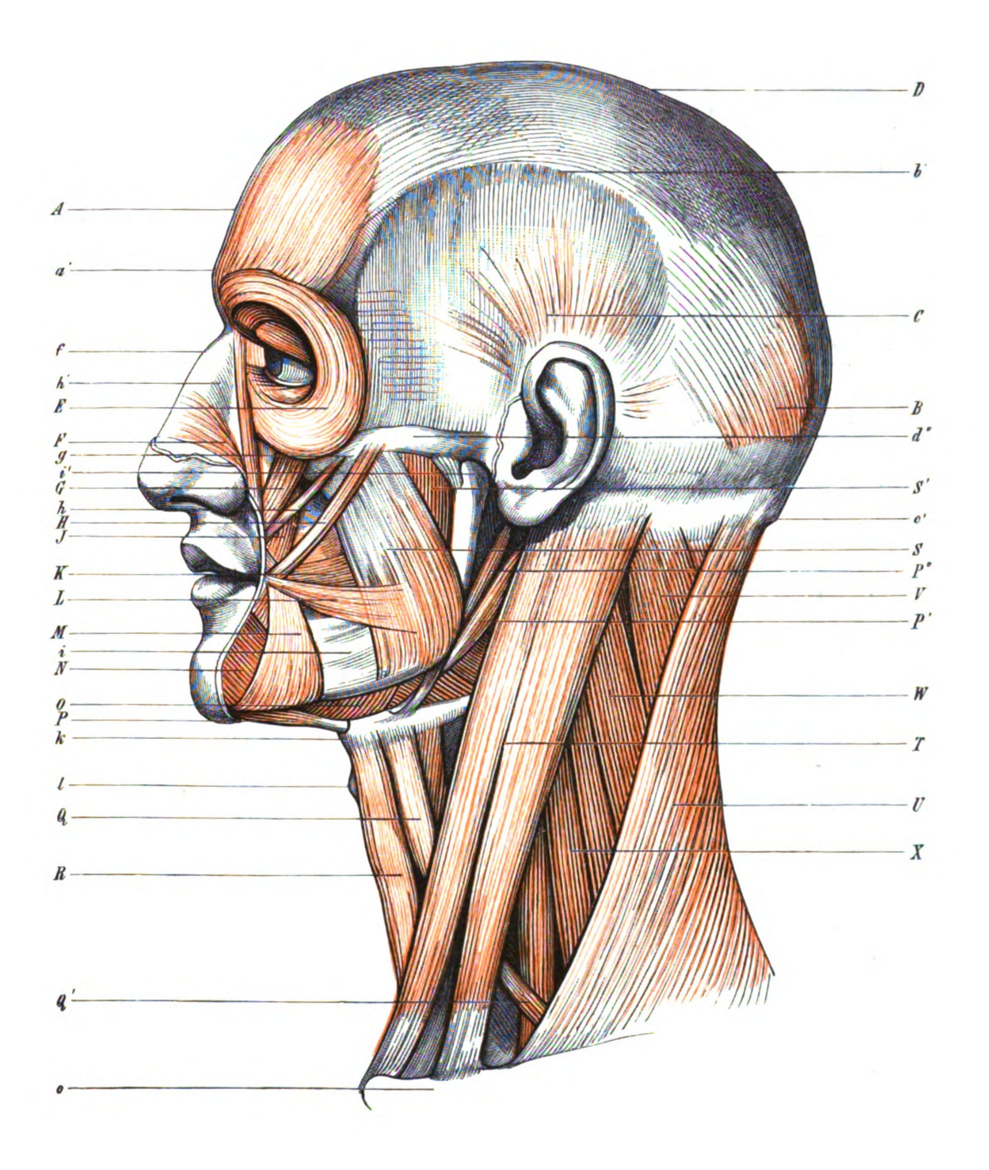
Fig. 4.

Kopf und Hals

im Profil.

---

a' Augenbrauenbogen des Stirnbeins.
b' Schläfenlinie.
c' Hinterhauptsstachel.
d' Jochbogen (*arcus zygomaticus*).
f Nasenbein.
g Jochbein.
h Oberkiefer.
h' Stirnfortsatz desselben.
i Unterkiefer.
i' Gelenkfortsatz desselben.
k Zungenbein.
l Schildknorpel.
o Schlüsselbein.
A Stirnmuskel (*M. frontalis*)
B Hinterhauptsmuskel (*M. occipitalis*)
C Ohrmuskel (*M. auricularis superior*)
D Sehnenkappe (*Galea aponeurotica*)
} des Kopfhautmuskels (*M. epicranius*).
E Kreismuskel des Auges (*M. orbicularis oculi*).
F Nasenmuskel (*M. nasalis, pars transversa*).
G Oberer Quadratmuskel mit seinen drei Ursprüngen (vgl. Erklärung zu Fig. 2 u. 6).
H Jochbeinmuskel (*M. zygomaticus*).
J Aufheber des Mundwinkels oder Eckzahnmuskel (*M. caninus*).
K Trompetermuskel (*M. buccinator*).
L Lachmuskel (*M. risorius*).
M Herabzieher des Mundwinkels oder Dreieckmuskel (*M. triangularis*).
N Unterer Quadratmuskel (*M. quadratus labii inferioris* .
O Kiefer-Zungenbeinmuskel (*M. mylo-hyoideus*).
P Zweibäuchiger Kinnladenmuskel (*M. digastricus*), vorderer Bauch (*venter anterior*).
P' Desselben hinterer Bauch (*venter posterior*).
P'' Griffel-Zungenbeinmuskel (*M. stylo-hyoideus*).
Q Schulter-Zungenbeinmuskel (*M. omo-hyoideus*), oberer Bauch.
Q' Desselben unterer Bauch.
R Brustbein-Zungenbeinmuskel (*M. sterno-hyoideus*).
S Kaumuskel (*M. masseter*), oberflächliche Schicht.
S' Desselben tiefe Schicht.
T Kopfnicker (*M. sterno-cleido-mastoideus*).
U Kappenmuskel oder trapezförmiger Muskel (*M. trapezius*).
V Bauschmuskel (*M. splenius capitis*).
W Heber des Schulterblatts (*M. levator scapulae*).
X Die drei Rippenhalter (*M. scalenus anterior, medius et posterior*).



R. Helmert gez. *Tübingen Juni 1879.*

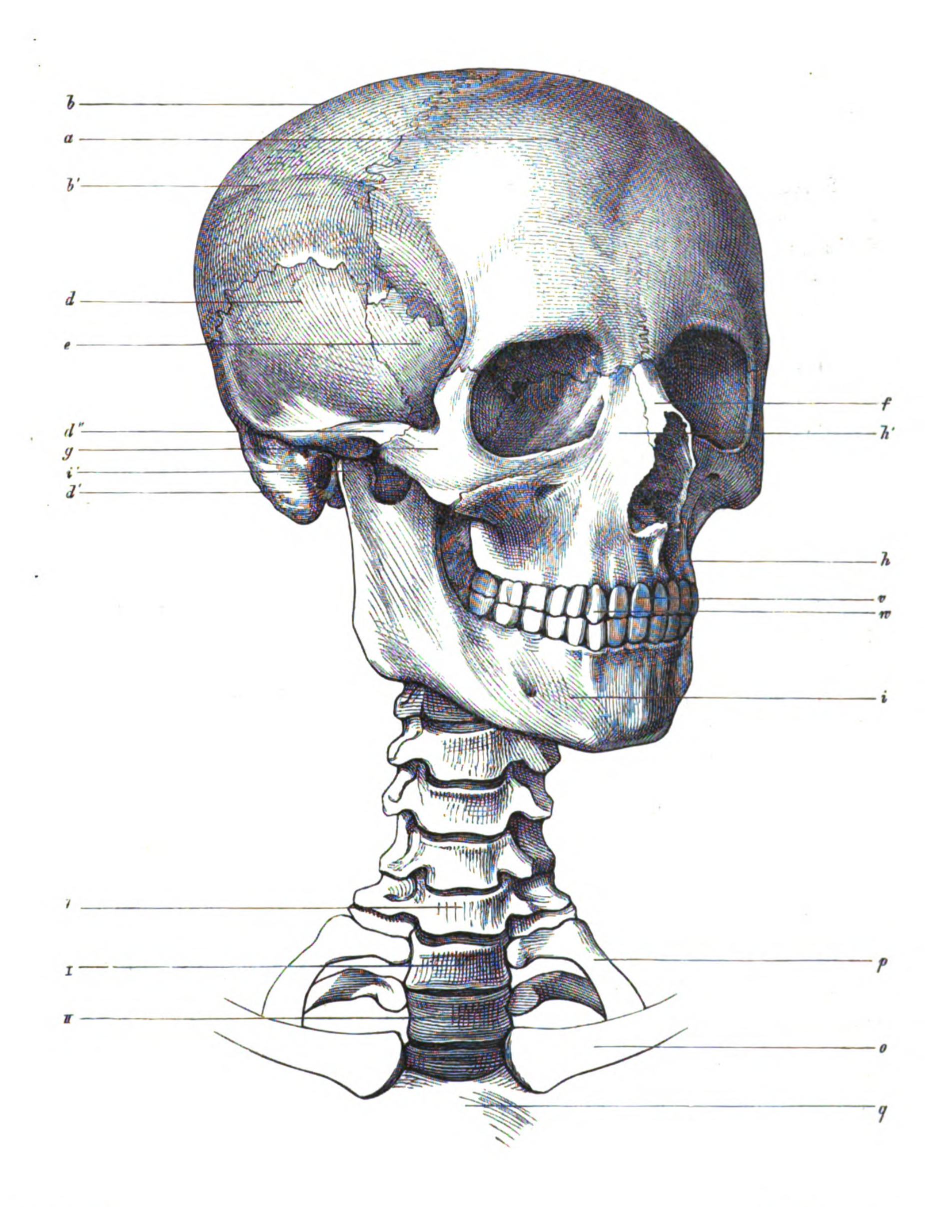
Fig. 4. Kopf und Hals.

Fig. 5.

Schädel und Halswirbelsäule

in sogen. Dreiviertelansicht.

- *a* Stirnbein (*os frontale*).
- *b* Scheitelbein (*os parietale*).
- *b'* Schläfenlinie (*linea temporalis*).
- *d* Schläfenbein (*os temporale*).
- *d'* Warzenfortsatz desselben (*processus mastoideus*).
- *d''* Jochfortsatz desselben (*proc. zygomaticus*).
- *e* Keilbein (*os sphenoidale*), grosser Flügel desselben (*ala magna*).
- *f* Nasenbein (*os nasale*).
- *g* Jochbein (*os zygomaticum*), Wangenhöcker.
- *h* Oberkiefer (*maxilla*).
- *h'* Stirnfortsatz desselben (*processus frontalis*).
- *i* Unterkiefer (*mandibula*).
- *i'* Gelenkfortsatz desselben (*proc. condyloideus*).
- *o* Schlüsselbein (*clavicula*).
- *p* Erste Rippe (*costa I*).
- *q* Brustbein (*sternum*).
- *v* Schneidezähne (*dentes incisivi*).
- *w* Eckzahn (*dens caninus*).
- 7 Siebenter Halswirbel (*vertebra cervicalis VII*).
- *I* Erster Brustwirbel (*vertebra thoracalis I*).
- *II* Zweiter Brustwirbel (*vert. thorac. II*).



R. Helmert gez. *Tübingen Juni 1879.*

Fig. 5. Schädel und Halswirbelsäule.

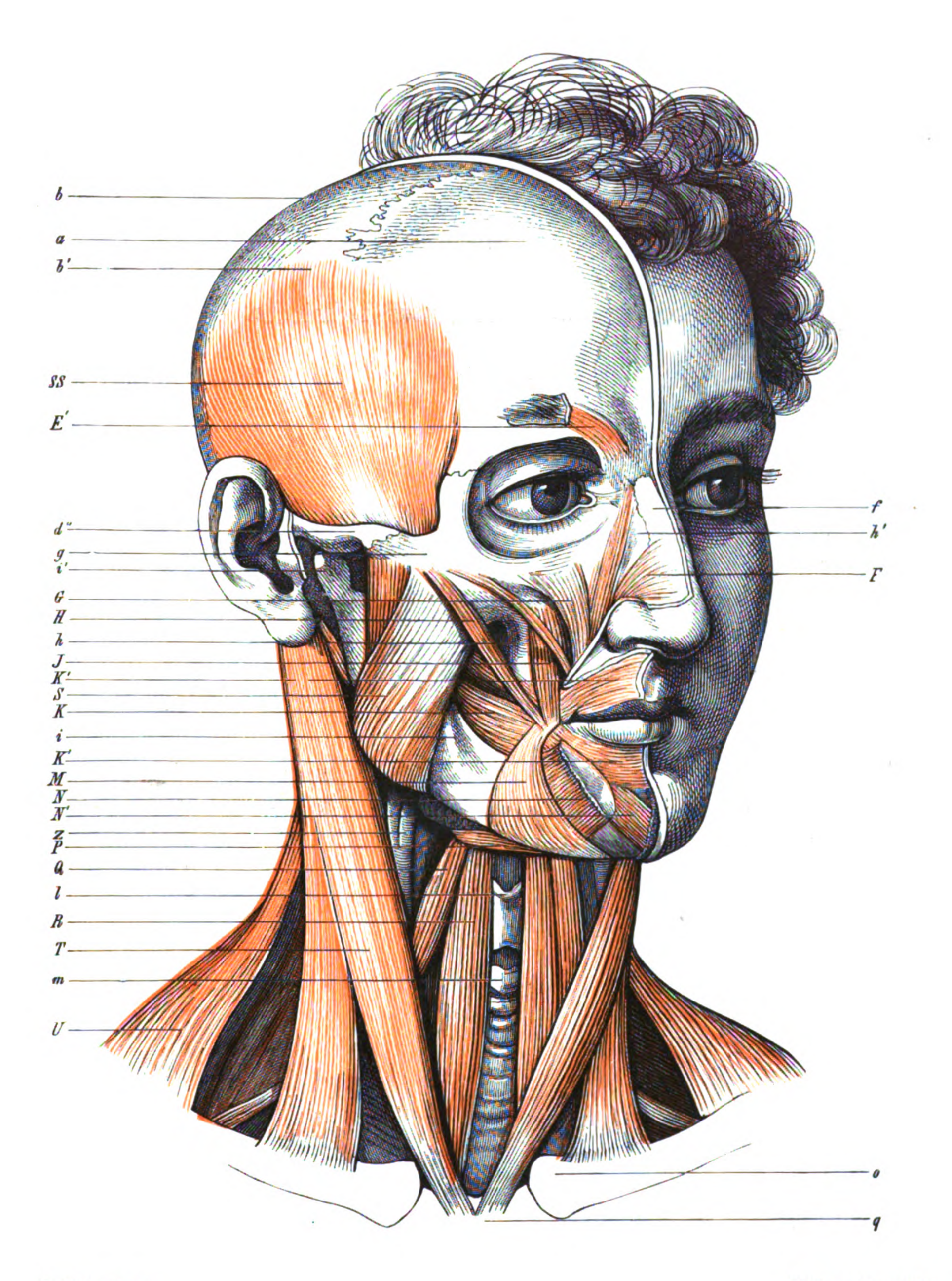
Fig. 6.

Kopf und Hals

in sogen. Dreiviertelansicht.

---

a Stirnbein.
b Scheitelbein.
b' Schläfenlinie.
d'' Jochbogen.
f Nasenbein.
g Jochbein oder Backenknochen, Wangenhöcker.
h Oberkiefer.
h' Stirnfortsatz desselben.
i Unterkiefer.
i' Gelenkfortsatz desselben.
l Schildknorpel } Kehlkopf (*larynx*).
m Ringknorpel }
o Schlüsselbein.
q Brustbein.
z Die großen Blutgefäße für den Kopf (*arteria carotis* und *vena jugularis*).
E' Augenbrauenrunzler (*M. corrugator supercilii*).
F Nasenmuskel (*M. nasalis, pars transversa*).
G Oberer Quadratmuskel (*M. quadratus labii superioris*), Aufheber der Oberlippe;
Augenwinkelursprung (*Caput angulare*);
Unteraugenhöhlenursprung (*Caput infraorbitale*);
Jochbeinursprung (*Caput zygomaticum*).
H Jochbeinmuskel (*M. zygomaticus*).
J Aufheber des Mundwinkels oder Eckzahnmuskel (*M. caninus*).
K Trompetermuskel (*M. buccinator*).
K' Kreismuskel des Mundes (*M. orbicularis oris*).
M Herabzieher des Mundwinkels oder Dreieckmuskel (*M. triangularis*).
N Unterer Quadratmuskel (*M. quadratus labii inferioris*), Herabzieher der Unterlippe.
N' Kinnmuskel (*M. mentalis*).
P Zweibäuchiger Unterkiefermuskel (*M. digastricus*), vorderer Bauch.
Q Schulter-Zungenbeinmuskel (*M. omo-hyoideus*), oberer Bauch.
R Brustbein-Zungenbeinmuskel (*M. sterno-hyoideus*).
S Kaumuskel (*M. masseter*).
SS Schläfenmuskel (*M. temporalis*).
T Kopfnicker (*M. sterno-cleido-mastoideus*).
U Kappenmuskel oder trapezförmiger Muskel (*M. trapezius*).



R. Helmert gez.

Tübingen Juni 1879.

Fig. 6. Kopf und Hals.

Fig. 7.

Schädel und Halswirbelsäule

von hinten.

---

b Scheitelbein (*os parietale*).

b' Schläfenlinie (*linea temporalis*).

c Hinterhauptsbein (*os occipitale*), Schuppenteil desselben (*Squama occipitalis*).

c' Hinterhauptsstachel (*protuberantia occipitalis externa*).

d Schläfenbein (*os temporale*).

d' Warzenfortsatz desselben (*processus mastoideus*).

i Unterkiefer (*mandibula*).

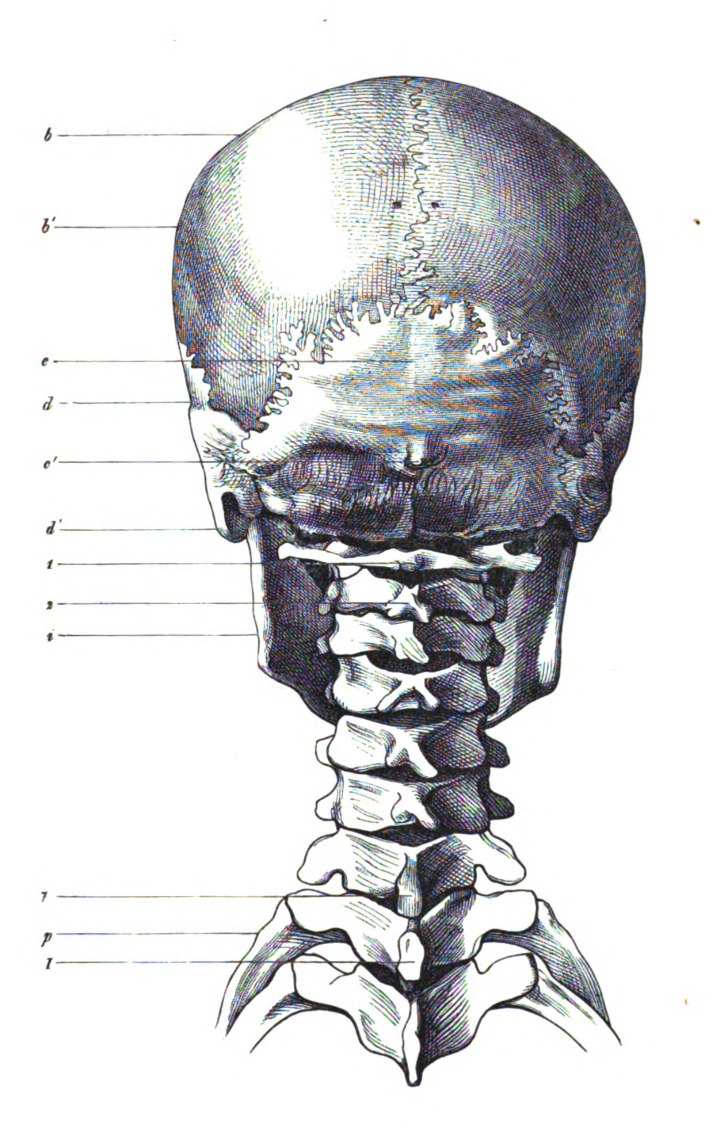
p Erste Rippe (*costa I*).

1 Erster Halswirbel oder Träger (*atlas*), hinterer Bogen desselben.

2 Zweiter Halswirbel oder Drehachsenwirbel (*epistropheus*), Dornfortsatz desselben.

7 Siebenter Halswirbel oder „vorspringender Wirbel“ (*vertebra prominens*), Dornfortsatz (*processus spinosus*).

I Erster Brustwirbel (*vert. thoracalis I*), Dornfortsatz (*processus spinosus*).



R. Helmert gez. *Tübingen Juni 1879.*

Fig. 7. Schädel und Halswirbelsäule.

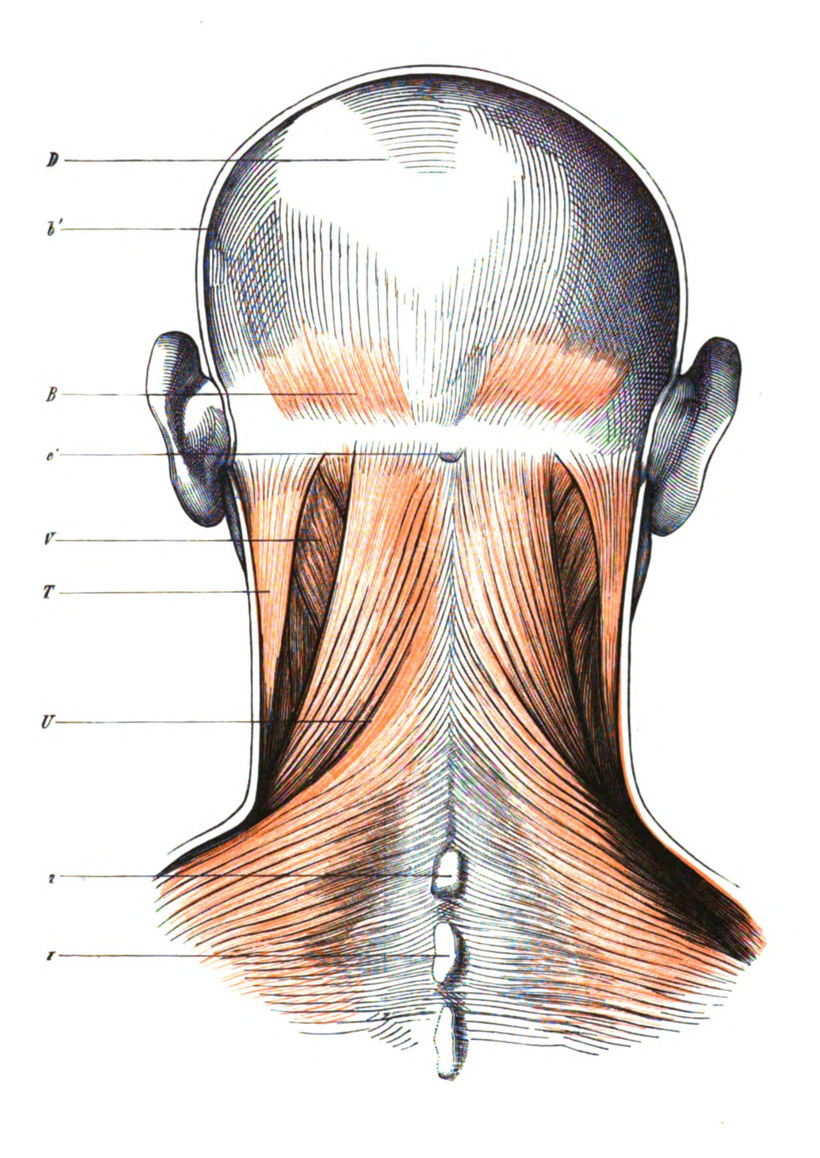
Fig. 8.

Kopf und Hals

von hinten.

---

b'	Schläfenlinie.
c'	Hinterhauptsstachel.
7	Dornfortsatz des siebenten Halswirbels, „vorspringender Wirbel“ (*vert. prominens*).
I	Dornfortsatz des ersten Brustwirbels.
B	Hinterhauptsmuskel (*M. occipitalis*) } des Kopfhautmuskels (*M. epicranius*).
D	Sehnenkappe (*Galea aponeurotica*) } des Kopfhautmuskels (*M. epicranius*).
T	Kopfnicker (*M. sterno-cleido-mastoideus*).
U	Kappenmuskel oder trapezförmiger Muskel (*M. trapezius*).
V	Bauschmuskel (*M. splenius*).



R. Helmert gez.

Tübingen Juli 1879.

Fig. 8.5, Kopf und Hals.

Fig. 9.

Skelett des Rumpfes

von vorn.

---

a	Schlüsselbein (*clavicula*).	
b	Schulterblatt (*scapula*).	
b'	Schulterhöhe desselben (*acromion*).	
b''	Schulterhaken oder Rabenschnabelfortsatz (*processus coracoideus*).	
c	Oberarmknochen (*humerus*).	
d	Erste Rippe (*costa I*), vorderes Ende.	Brustkorb (*thorax*).
d'	Rippenhöcker derselben (*tuberculum costae*).	
e	Fünfte Rippe (*costa V*), vorderes Ende des Rippenknochens.	
f	Vorderes Ende des siebenten Rippenknochens (des letzten, dessen Knorpel das Brustbein erreicht).	
g	Vorderes Ende des zehnten Rippenknochens, unterer Rand des Brustkorbes.	
h	Handgriff (*manubrium*) } des Brustbeins (*sternum*).	
i	Körper (*corpus*) } des Brustbeins (*sternum*).	
k	Schwertfortsatz (*processus xiphoideus*).	
l	Darmbein (*os ilium*).	Hüftknochen (*os coxae*).
l'	Darmbeinkamm (*crista iliaca*).	
l''	Vorderer oberer Darmbeinstachel (*spina iliaca ant. sup.*)	
m	Schambein (*os pubis*) oder Schoßbein.	
m'	Höcker desselben (*tuberculum pubicum*).	
n	Sitzbein (*os ischii*).	
o	Oberschenkelknochen (*femur*).	
o'	Gelenkkopf desselben (*caput femoris*).	
o''	Großer Rollhügel desselben (*trochanter major*).	
4 bis *7*	Vierter bis siebenter Halswirbel (*vertebrae cervicales*), Körper derselben.	
8 bis *19*	Erster bis zwölfter Brustwirbel (*vertebrae thoracales*), Körper.	
20 bis *24*	Erster bis fünfter Bauchwirbel od. Lendenwirbel (*vertebrae lumbales*), Körper.	
25	Kreuzbein (*os sacrum*).	

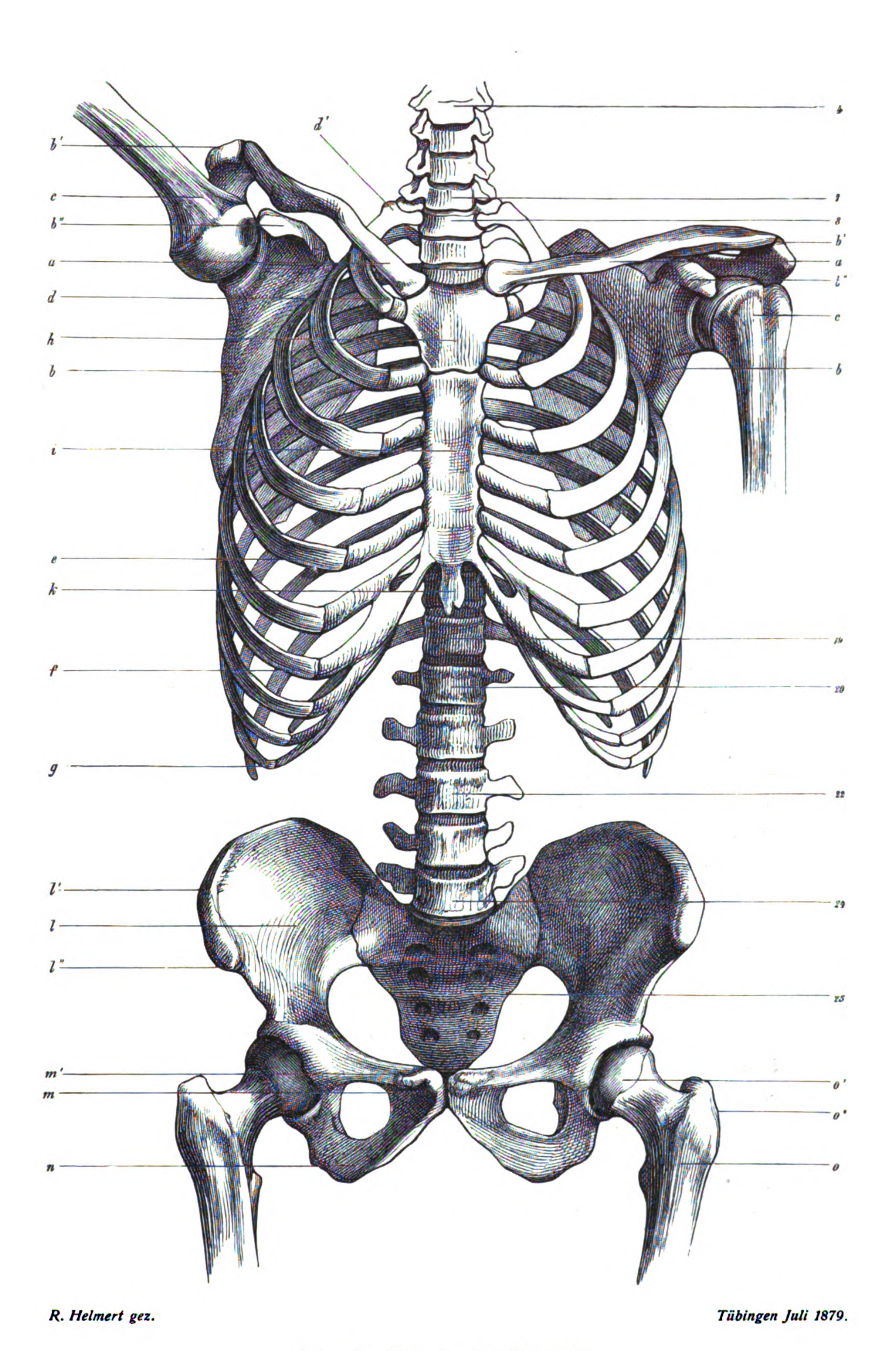


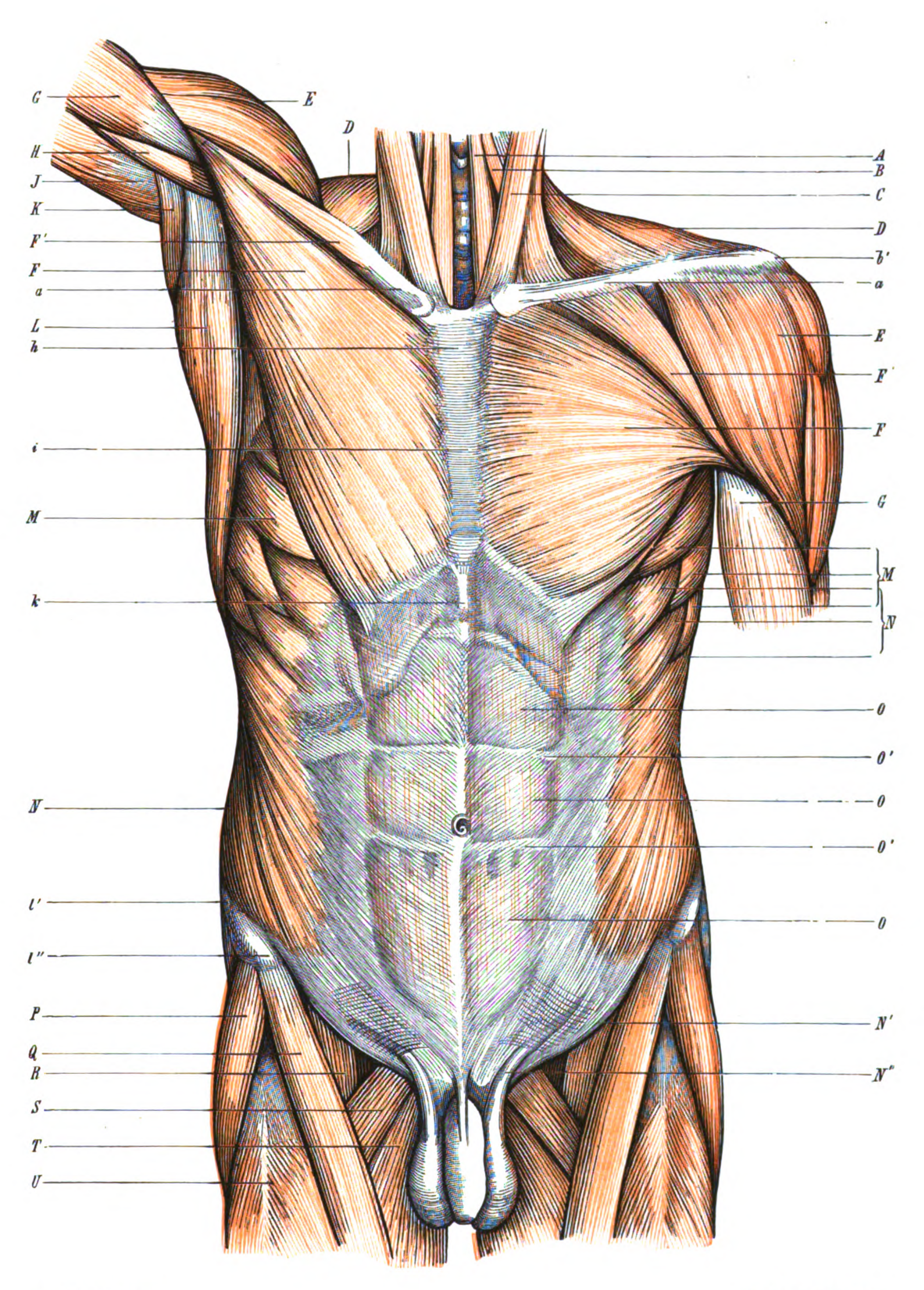
Fig. 9. Skelett des Rumpfes.

Fig. 10.

Rumpf

von vorn.

- *a* Schlüsselbein.
- *b'* Schulterhöhe.
- *h* Handgriff } des Brustbeins.
- *i* Körper } des Brustbeins.
- *k* Schwertfortsatz.
- *l'* Darmbeinkamm.
- *l''* Vorderer oberer Darmbeinstachel.
- *A* Brustbein-Zungenbeinmuskel (*M. sterno-hyoideus*).
- *B* Schulter-Zungenbeinmuskel (*M. omo-hyoideus*).
- *C* Kopfnicker (*M. sterno-cleido-mastoideus*).
- *D* Kappenmuskel oder trapezförmiger Muskel (*M. trapezius*).
- *E* Deltamuskel (*M. deltoideus*).
- *F* Großer Brustmuskel (*M. pectoralis major*), am Brustbein entspringender Teil (*pars sternocostalis*).
- *F'* Desselben am Schlüsselbein entspringender Teil (*pars clavicularis*).
- *G* Zweiköpfiger Armmuskel (*M. biceps brachii*).
- *H* Schulterhaken-Armmuskel (*M. coraco-brachialis*).
- *J* Dreiköpfiger Armmuskel (*M. triceps brachii*).
- *K* Großer runder Armmuskel (*M. teres major*).
- *L* Breiter Rückenmuskel (*M. latissimus dorsi*).
- *M* Sägemuskel (*M. serratus anterior*).
- *N* Äußerer schiefer Bauchmuskel (*M. obliquus externus abdominis*).
- *N'* Leistenband (*Ligamentum inguinale Pouparti*).
- *N''* Samenstrang (*Funiculus spermaticus*).
- *O* Gerader Bauchmuskel (*M. rectus abdominis*) } durch die platte Sehne des schiefen Bauchmuskels durchscheinend.
- *O'* Desselben sehnige Inscriptionen } durch die platte Sehne des schiefen Bauchmuskels durchscheinend.
- *P* Spanner der Schenkelfascie (*Tensor fasciae latae*).
- *Q* Schneidermuskel (*M. sartorius*).
- *R* Darmbeinlendenmuskel (*M. iliopsoas*).
- *S* Kammmuskel (*M. pectineus*).
- *T* Anzieher (*M. adductor longus*).
- *U* Gerader Schenkelmuskel (*M. rectus femoris*).



R. Helmert gez.

Tübingen Juli 1879.

Fig. 10. Rumpf.

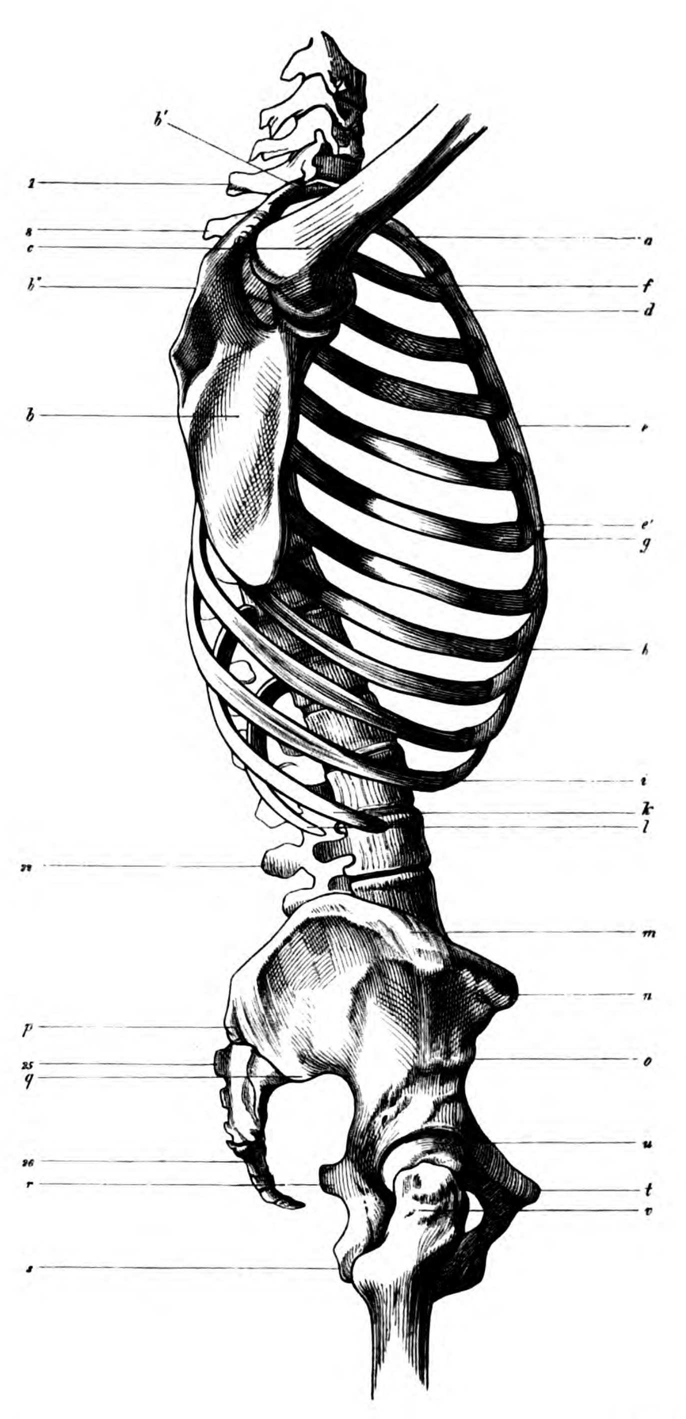
Fig. 11.

Skelett des Rumpfes

von der rechten Seite, bei gehobenem rechten Arm.

---

a	**Schlüsselbein** (*clavicula*).		
b	**Schulterblatt** (*scapula*).		
b'	**Desselben Schulterhöhe** (*acromion*).		
b''	**Desselben Schulterkamm** oder Schultergräte (*spina scapulae*).		
c	**Oberarmknochen** (*humerus*).		
d	**Handgriff**	des Brustbeins (*sternum*).	
e	**Körper**		
e'	**Unterer Rand**		
f	**Erste**	Rippe (*costa I—XII*).	
g	**Fünfte**		
h	Siebente		
i	Zehnte		
k	Elfte		
l	Zwölfte		
m	Kamm (*crista iliaca*)	des Darmbeins (*os ilium*)	Hüftknochen (*os coxae*).
n	Vorderer oberer Stachel (*spina ant. sup.*)		
o	Vorderer unterer Stachel (*spina ant. inf.*)		
p	Hinterer oberer Stachel (*spina post. sup.*)		
q	Hinterer unterer Stachel (*spina post. inf.*)		
r	Sitzbeinstachel (*spina ischiadica*)	des Sitzbeins (*os ischii*)	
s	Sitzbeinhöcker (*tuber ischiadicum*)		
t	Schambein (*os pubis*)		
u	Gelenkkopf (*caput femoris*)	des Oberschenkelknochens (*femur*).	
v	Großer Rollhügel (*trochanter major*)		
7	Siebenter Halswirbel (*vertebra cervicalis VII, vertebra prominens*).		
8	Erster Brustwirbel (*vertebra thoracalis I*).		
22	Dritter Lendenwirbel (*vertebra lumbalis III*).		
25	Kreuzbein (*os sacrum*).		
26	Steißbein (*os coccygis*).		



R. Helmert gez. *Tübingen Juli 1879.*

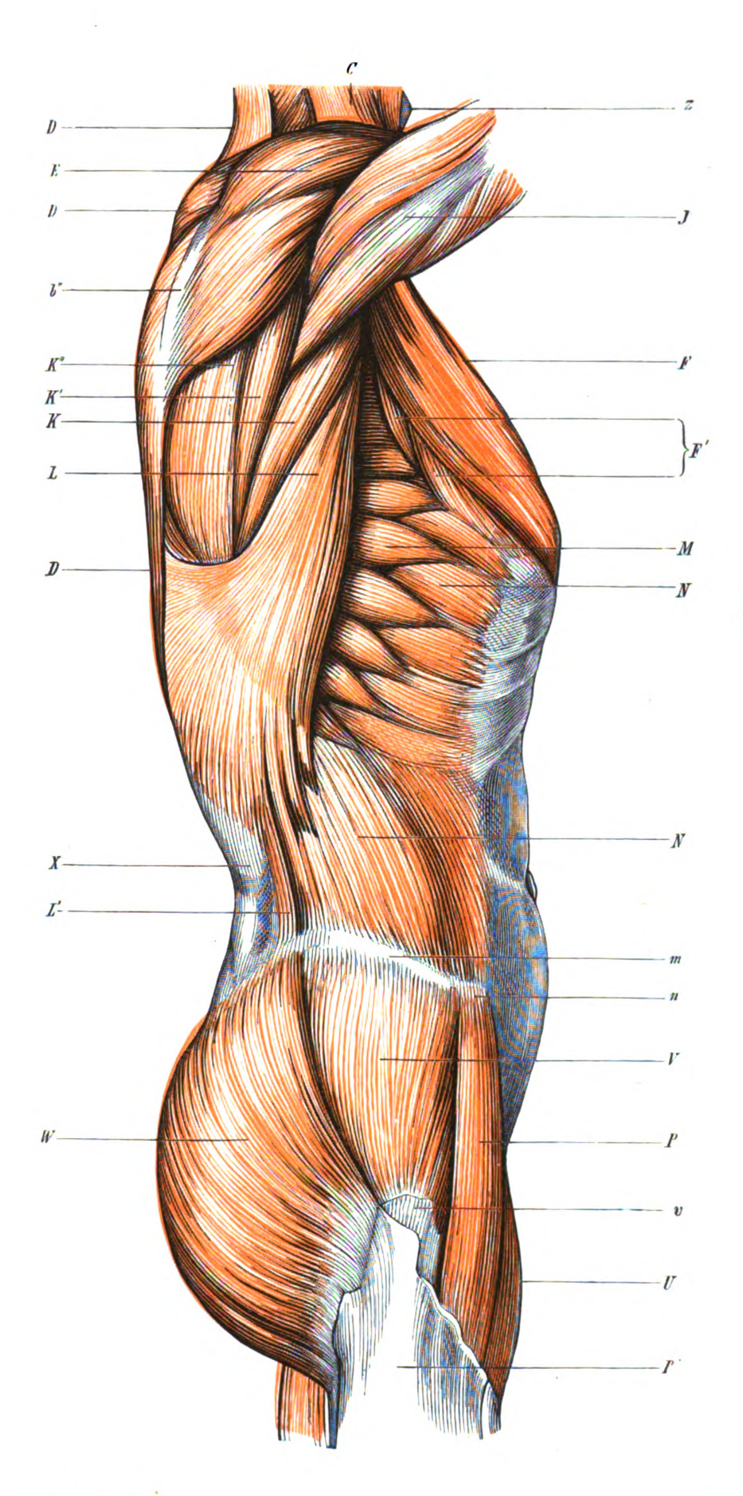
Fig. 11. Skelett des Rumpfes.

Fig. 12.

Rumpf

von der rechten Seite, bei gehobenem rechten Arm.

- *m* Darmbeinkamm } des Hüftknochens.
- *n* Vorderer oberer Darmbeinstachel } des Hüftknochens.
- *v* Großer Rollhügel des Oberschenkelknochens.
- *z* Schildknorpel des Kehlkopfs (*larynx*).
- *C* Kopfnicker (*M. sterno-cleido-mastoideus*).
- *D* Kappenmuskel oder trapezförmiger Muskel (*M. trapezius*).
- *E* Deltamuskel (*M. deltoideus*).
- *F* Großer Brustmuskel (*M. pectoralis major*).
- *F'* Kleiner Brustmuskel (*M. pectoralis minor*).
- *J* Dreiköpfiger Armmuskel (*M. triceps brachii*).
- *K* Großer runder Armmuskel (*M. teres major*).
- *K'* Kleiner runder Armmuskel (*M. teres minor*).
- *K''* Untergrätenmuskel (*M. infraspinatus*).
- *L* Breiter Rückenmuskel (*M. latissimus dorsi*).
- *L'* Desselben vom Darmbeinkamm entspringende Fasern.
- *M* Sägemuskel (*M. serratus anterior*).
- *N* Äußerer schiefer Bauchmuskel (*M. obliquus externus abdominis*).
- *P* Spanner der Schenkelfascie (*M. tensor fasciae latae*).
- *P'* Breite Schenkelfascie (*Fascia lata*).
- *U* Gerader Schenkelmuskel (*M. rectus femoris*).
- *V* Mittlerer Gesäßmuskel (*M. glutaeus medius*).
- *W* Großer Gesäßmuskel (*M. glutaeus maximus*).
- *X* Lenden-Rückenbinde (*Fascia lumbo-dorsalis*), die langen Rückgratstrecker bedeckend.



R. Helmert gez.

Tübingen Juli 1879.

Fig. 12. Rumpf.

Fig. 13.

Skelett des Rumpfes

von hinten; rechte Schulter gehoben, linke gesenkt.

---

a Schlüsselbein (*clavicula*).
b Schulterblatt (*scapula*).
b' Desselben Schulterhöhe (*acromion*).
b'' Desselben Schulterkamm oder Schultergräte (*spina scapulae*).
c Oberarmknochen (*humerus*).
d, *e*, *f*, *g* } Rippenwinkel der 9. bis 12. Rippe (*anguli cost. IX—XII*).
h Darmbeinkamm (*crista iliaca*).
h' Punkt, bis zu welchem der Ursprung der Rückgratstrecker reicht.
i Hinterer Darmbeinstachel (*spina iliaca posterior superior*).
k Vorderer Darmbeinstachel (*spina iliaca anterior superior*).
l Äußere Fläche der Darmbeinschaufel (*os ilium*)
m Sitzbeinstachel (*spina ischiadica*).
n Sitzhöcker (*tuber ischiadicum*).
o Oberschenkelknochen (*femur*), Zwischenrollhügelkante (*crista intertrochanterica*).
o' Desselben Gelenkkopf (*caput femoris*) in der Hüftpfanne.
o'' Desselben großer Rollhügel (*trochanter major*).

Rückgrat (*spina dorsalis*):

4 bis *7* Dornfortsätze des 4. bis 7. Halswirbels (*vertebr. cervic. IV—VII*).
7 Siebenter Halswirbel, erster vorspringender Wirbeldorn (*vertebra prominens*).
8 bis *19* Dornfortsätze des 1. bis 12. Brustwirbels (*vert. thoracal. I—XII*).
15 Achter Brustwirbel, Dornfortsatz (*processus spinosus*).
15' Desselben Querfortsatz (*processus transversus*).
20 bis *24* Dornfortsätze des 1. bis 5. Lendenwirbels (*vert. lumbal. I—V*).
22 Dritter Lendenwirbel (*vertebra lumbalis III*).
25 Kreuzbeingrat (*crista sacralis media*).
25' Desselben unteres Ende; zugleich das untere Ende des Rückgrates.

26 Steißbein (*os coccygis*).

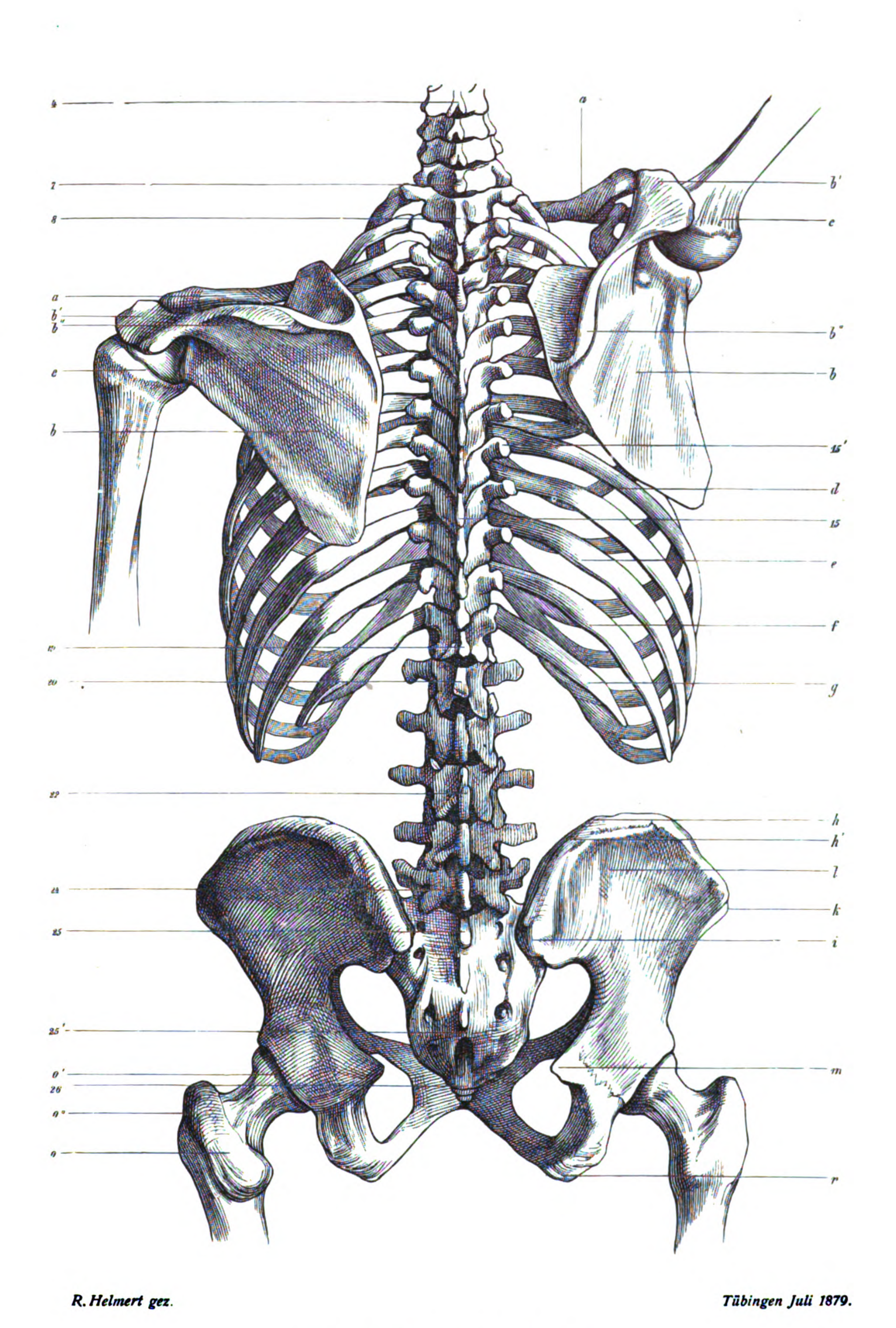


Fig. 13. Skelett des Rumpfes.

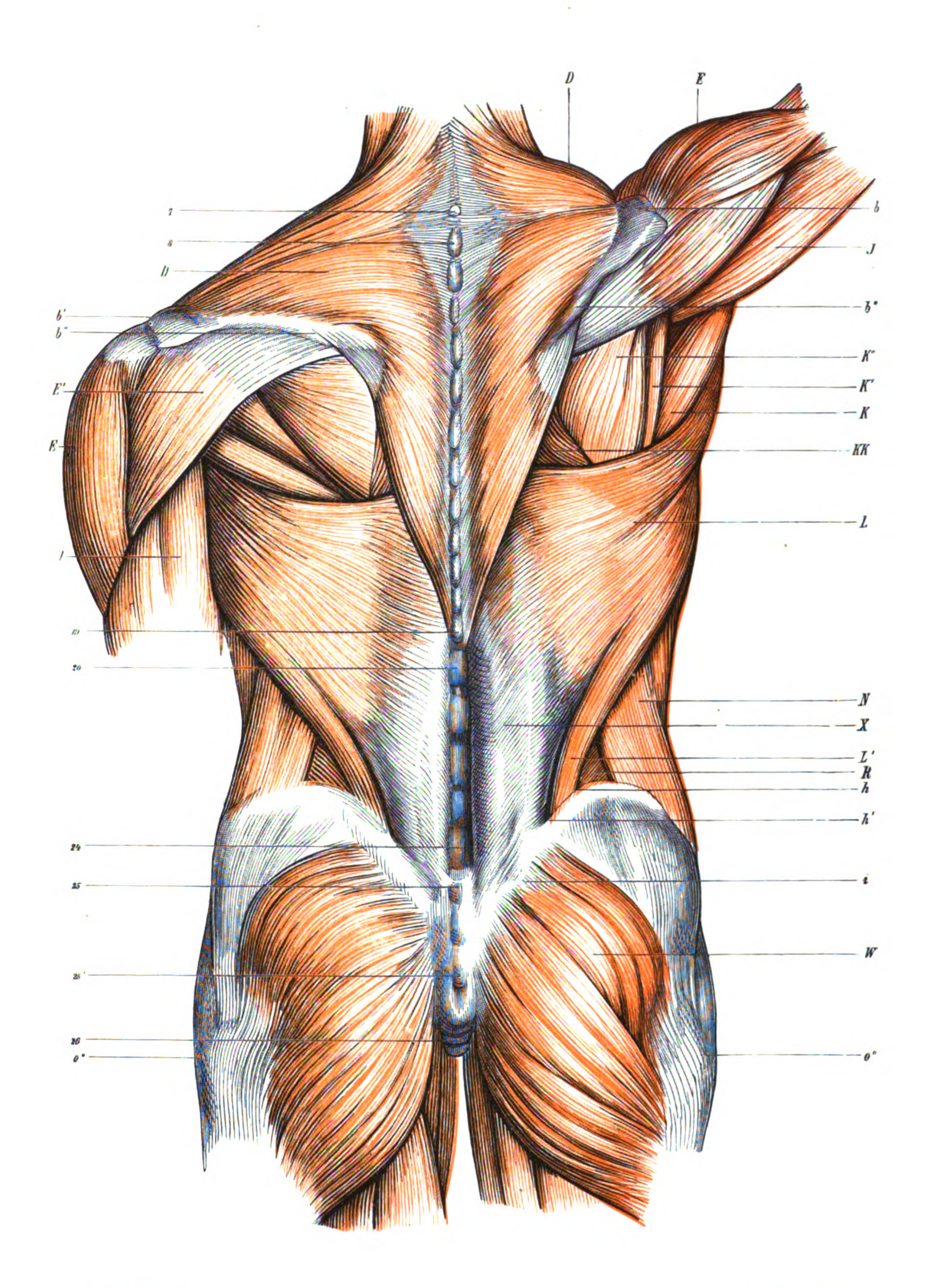
Fig. 14.

Rumpf

von hinten; rechte Schulter gehoben, linke gesenkt.

---

b' Schulterhöhe.
b'' Schulterkamm oder Schultergräte.
h Darmbeinkamm.
h' Punkt, bis zu welchem der Ursprung der langen Rückgratstrecker (*X*) reicht.
i Hinterer Darmbeinstachel.
o'' Großer Rollhügel, bedeckt von der breiten Oberschenkel-Binde.
7 Dorn des 7. Halswirbels, des „vorspringenden Wirbels“.
8 bis *19* Dornfortsätze des 1. bis 12. Brustwirbels.
20 bis *24* Dornfortsätze des 1. bis 5. Lendenwirbels.
25 bis *25'* Kreuzbeingrat.
25' Unteres Ende des Rückgrates.
26 Steißbein.
D Kappenmuskel oder trapezförmiger Muskel (*M. trapezius*).
E Deltamuskel (*M. deltoideus*).
E' Desselben an der Schultergräte entspringender Teil.
J Dreiköpfiger Armmuskel (*M. triceps brachii*).
K Großer runder Armmuskel (*M. teres major*).
K' Kleiner runder Armmuskel (*M. teres minor*).
K'' Untergrätenmuskel (*M. infraspinatus*).
KK Rautenmuskel (*M. rhomboideus major*).
L Breiter Rückenmuskel (*M. latissimus dorsi*).
L' Desselben vom Darmbeinkamm entspringende Fasern.
N Äußerer schiefer Bauchmuskel (*M. obliquus externus abdominis*).
R Innerer schiefer Bauchmuskel (*M. obliquus internus abdominis*).
W Großer Gesäßmuskel (*M. glutaeus magnus*).
X Lenden-Rückenbinde (*fascia lumbo-dorsalis*), die gewaltige Gruppe der Rückgratstrecker umgebend.



R. Helmert gez.

Tübingen Juli 1879.

Fig. 14. Rumpf.

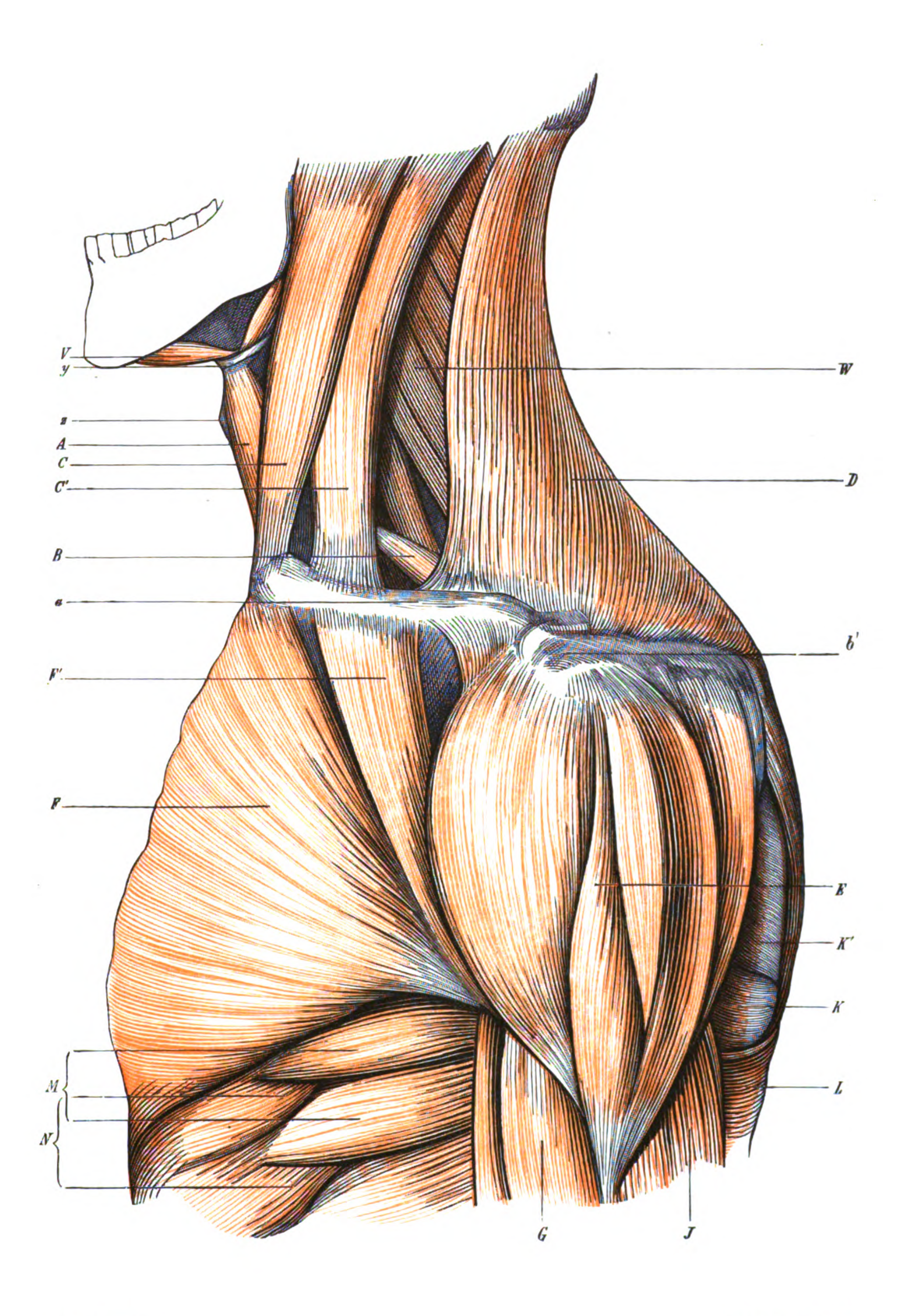
Fig. 15.

Linke Schultergegend

von der Seite und bei gesenkter Schulter.

---

a Schlüsselbein (*clavicula*).
b' Schulterhöhe des Schulterblattes (*acromion*).
y Zungenbein (*os hyoideum*).
x Schildknorpel („Adamsapfel") des Kehlkopfs (*larynx*).
A Brustbein-Zungenbeinmuskel (*M. sterno-hyoideus*).
B Schulter-Zungenbeinmuskel (*M. omo-hyoideus*), unterer Bauch.
C Kopfnicker (*M. sterno-cleido-mastoideus*), Brustbein-Ursprung.
C' Desselben Schlüsselbein-Ursprung.
D Kappenmuskel oder trapezförmiger Muskel (*M. trapezius*).
E Deltamuskel (*M. deltoideus*).
F Großer Brustmuskel (*M. pectoralis major*), am Brustbein entspringender Teil (*pars sternocostalis*).
F' Desselben am Schlüsselbein entspringender Teil (*pars clavicularis*).
G Zweiköpfiger Armmuskel (*M. biceps brachii*).
J Dreiköpfiger Armmuskel (*M. triceps brachii*).
K Großer runder Armmuskel (*M. teres major*).
K' Kleiner runder Armmuskel und Untergrätenmuskel (*M. teres minor, M. infraspinatus*).
L Breiter Rückenmuskel (*M. latissimus dorsi*).
M Sägemuskel (*M. serratus anterior*).
N Äußerer schiefer Bauchmuskel (*M. obliquus externus abdominis*).
V Zweibäuchiger Unterkiefermuskel (*M. digastricus*).
W Heber des Schulterblatts (*M. levator scapulae*).



R. Helmert gez. Tübingen Juli 1879.

Fig. 15. Linke Schultergegend.

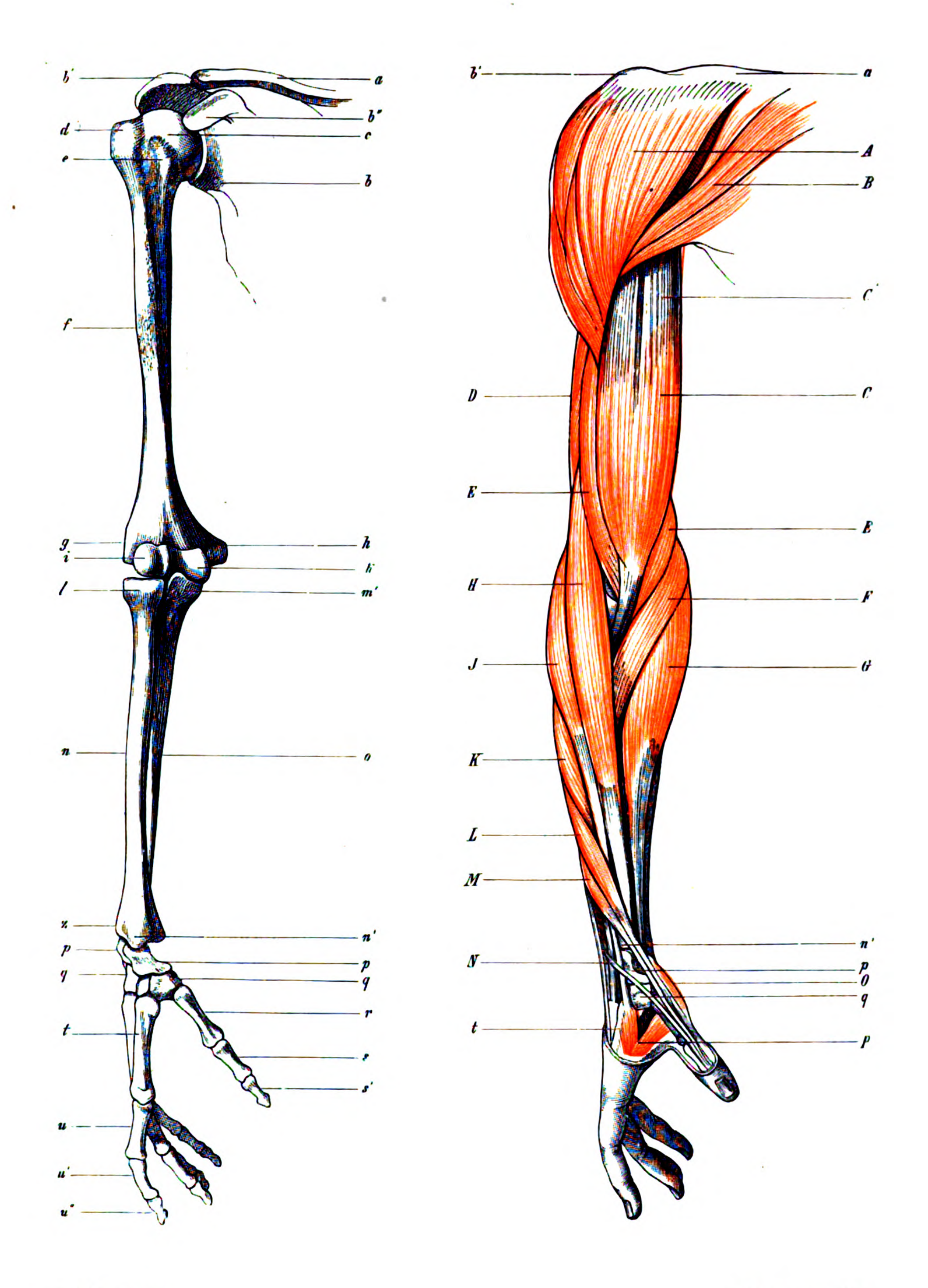
Fig. 16 und 17.

Arm

von vorn.

---

a Schlüsselbein (*clavicula*).
b Schulterblatt (*scapula*), Gelenkfortsatz mit der Schulterpfanne.
b' Desselben Schulterhöhe (*acromion*).
b'' Desselben Schulterhaken (*processus coracoideus*).
c Gelenkkopf (*caput humeri*)
d Großer Höcker (*tuberculum majus*)
e Kleiner Höcker (*tuberculum minus*)
f Schaft mit der Rauhigkeit (*tuberositas deltoidea*) } des Oberarmknochens
g Äußerer Knorren (*epicondylus lateralis*) } (*humerus*).
h Innerer Knorren (*epicondylus medialis*)
i Köpfchen (*capitulum humeri*)
k Rolle (*trochlea humeri*)
l Köpfchen der Speiche (*capitulum radii*).
m' Kronenfortsatz der Elle (*processus coronoideus ulnae*).
n Speiche (*radius*).
n' Derselben Knöchel (*processus styloideus radii*).
o Elle (*ulna*).
p Erste
q Zweite } Reihe der Handwurzelknochen (*ossa carpi*).
r Mittelhandknochen des Daumens (*os metacarpale I*).
s Erstes
s' Zweites } Glied des Daumens (*phalanx I et II pollicis*).
t Mittelhandknochen des Zeigefingers (*os metacarpale II*).
u Erstes oder Grundglied
u' Zweites oder Mittelglied } des Zeigefingers (*phalanges digiti II*).
u'' Drittes oder Endglied
z Höckerchen der Speiche, an dem die Sehne des langen Daumenstreckers ruht.
A Deltamuskel (*M. deltoideus*).
B Großer Brustmuskel (*M. pectoralis major*).
C Zweiköpfiger Armmuskel (*M. biceps brachii*).
C' Desselben kurzer Kopf (*caput breve*).
D Dreiköpfiger Armmuskel (*M. triceps brachii*).
E Tiefer Armmuskel (*M. brachialis*).
F Runder Einwärtswender (*M. pronator teres*).
G Innerer Speichenmuskel oder Speichenhandbeuger (*M. flexor carpi radialis*).
H Arm-Speichenmuskel (*M. brachio-radialis*).
J Langer äußerer Speichenmuskel oder langer Speichenhandstrecker (*M. extensor carpi radialis longus*).
K Kurzer äußerer Speichenmuskel oder kurzer Speichenhandstrecker (*M. extensor carpi radialis brevis*).
L Langer Abzieher des Daumens (*M. abductor pollicis longus*).
M Kurzer Daumenstrecker (*M. extensor pollicis brevis*).
N Langer Daumenstrecker (*M. extensor pollicis longus*).
O Kurzer Abzieher des Daumens (*M. abductor pollicis brevis*).
P Abzieher des Zeigefingers (*M. interosseus dorsalis I*).



R. Helmert gez.

Tübingen Aug. 1879

Fig. 16 und 17. Arm.

Fig. 18 und 19.

Arm

von außen.

---

a	Schlüsselbein (*clavicula*).	
b	Schulterblatt (*scapula*).	
b'	Desselben Schulterhöhe (*acromion*).	
b''	Desselben Schulterhaken (*processus coracoideus*).	
c	Kopf (*caput humeri*)	des Oberarmknochens (*humerus*).
d	Großer Höcker (*tuberculum majus*)	
e	Kleiner Höcker (*tuberculum minus*)	
f	Schaft (*corpus humeri*)	
g	Äußerer Knorren (*epicondylus lateralis*)	
i	Köpfchen (*capitulum humeri*)	
k	Rolle (*trochlea humeri*)	
l	Köpfchen der Speiche (*capitulum radii*).	
l'	Rauhigkeit der Speiche (*tuberositas radii*).	
m	Ellbogenfortsatz der Elle (*olecranon*).	
n	Speiche (*radius*).	
n'	Derselben Knöchel (*processus styloideus radii*).	
o	Elle (*ulna*).	
o'	Derselben Knöchel (*processus styloideus ulnae*).	
p	Erste	Reihe der Handwurzelknochen (*ossa carpi*).
q	Zweite	
r	Mittelhandknochen (*os metacarpale*)	des Daumens (*pollex*).
s	Erstes Glied od. Grundglied (*phalanx prima*)	
s'	Zweites Glied od. Endglied (*phalanx secunda*)	
t	Mittelhandknochen (*os metacarpale*)	des Kleinfingers (*digitus minimus*).
u	Erstes Glied od. Grundglied (*phalanx prima*)	
u'	Zweites Glied od. Mittelglied (*phalanx secunda*)	
u''	Drittes Glied od. Endglied (*phalanx tertia*)	
z	Höckerchen der Speiche, an dem die Sehne des langen Daumenstreckers ruht.	
A	Deltamuskel (*M. deltoideus*).	
C	Zweiköpfiger Armmuskel (*M. biceps brachii*).	
D	Dreiköpfiger Armmuskel (*M. triceps brachii*).	
E	Tiefer Armbeuger (*M. brachialis*.	
H	Arm-Speichenmuskel (*M. brachio-radialis*, früher *M. supinator longus*).	
J	Langer	Speichenhandstrecker (*Mm. extensor carpi radialis longus et brevis*).
K	Kurzer	
L	Langer Abzieher des Daumens (*M. abductor pollicis longus*).	
M	Kurzer Daumenstrecker (*M. extensor pollicis brevis*).	
N	Langer Daumenstrecker (*M. extensor pollicis longus*), Sehne desselben.	
P	Erster Zwischenknochenraum (*Spatium interosseum primum*).	
Q	Ellbogenmuskel (*M. anconaeus*).	
R	Ellenhandstrecker (*M. extensor carpi ulnaris*).	
S	Gemeinschaftlicher Fingerstrecker (*M. extensor digitorum communis*).	
S'	Kleinfingerstrecker (*M. extensor digiti quinti proprius*).	
T	Ellenhandbeuger (*M. flexor carpi ulnaris*).	

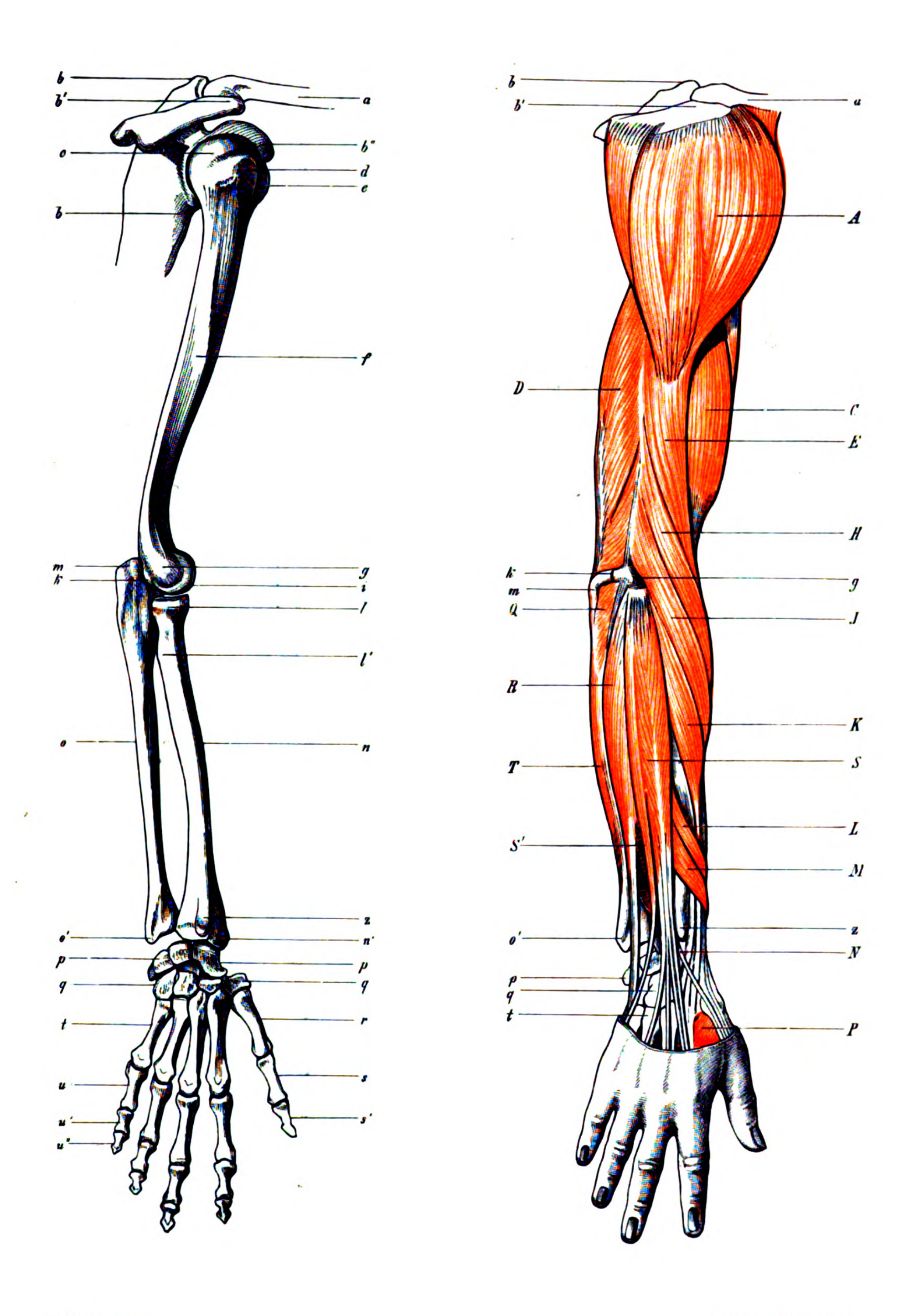


Fig. 18 und 19. Arm.

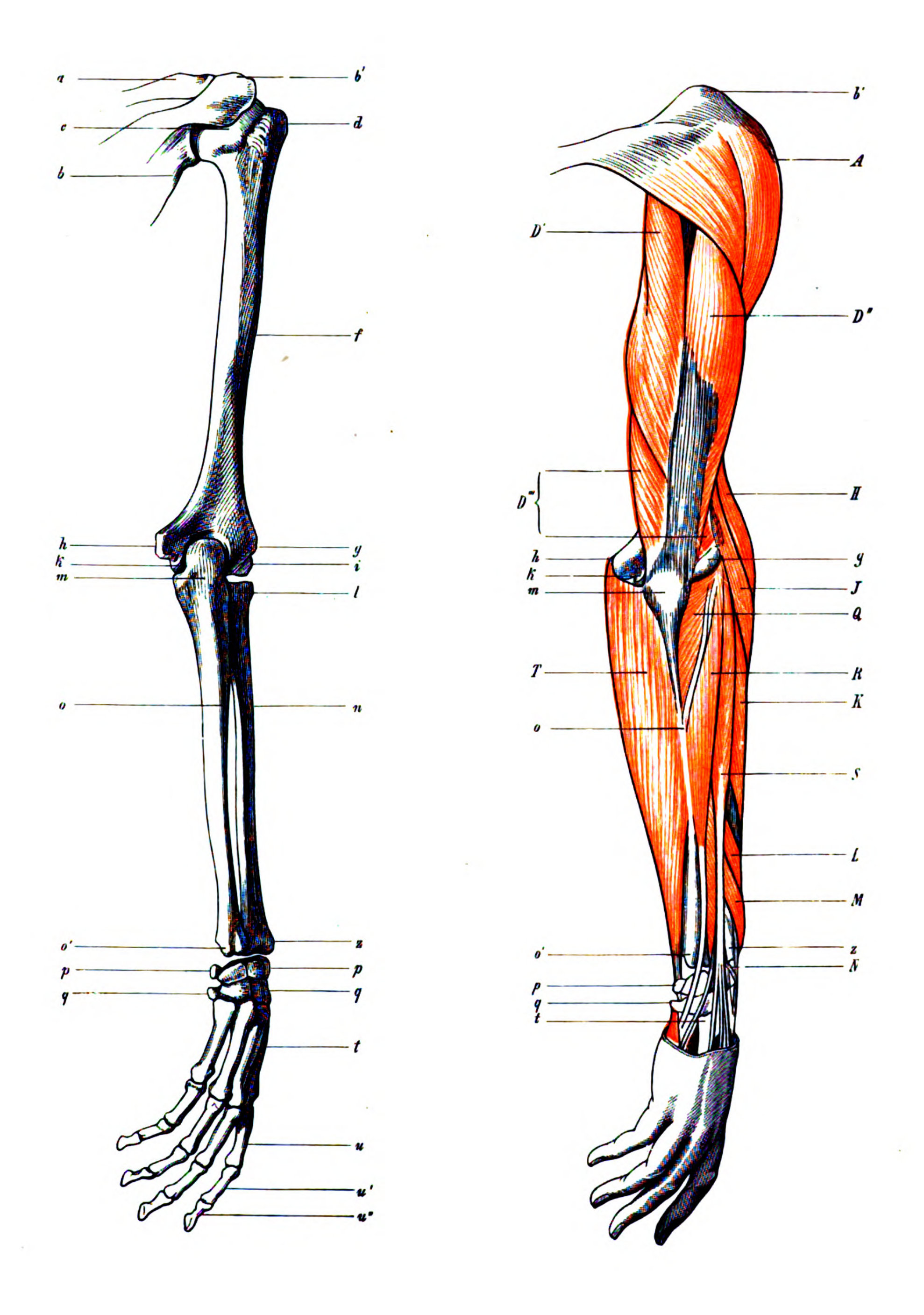
Fig. 20 und 21.

Arm

von hinten.

---

a	Schlüsselbein (*clavicula*).	
b	Schulterblatt (*scapula*).	
b'	Schulterhöhe (*acromion*).	
c	Kopf (*caput humeri*)	des Oberarms (*humerus*).
d	Großer Höcker (*tuberculum majus*)	
f	Schaft (*corpus humeri*)	
g	Äußerer Knorren (*epicondylus lateralis*)	
h	Innerer Knorren (*epicondylus medialis*)	
i	Köpfchen (*capitulum humeri*)	
k	Rolle (*trochlea humeri*)	
l	Köpfchen der Speiche (*capitulum radii*).	
m	Ellbogenfortsatz der Elle (*olecranon*).	
n	Speiche (*radius*).	
o	Elle (*ulna*), Kante derselben.	
o'	Knöchel der Elle (*processus styloideus ulnae*).	
p	Erste	Reihe der Handwurzelknochen (*ossa carpi*).
q	Zweite	
t	Mittelhand (*metacarpus*).	
u	Erstes oder Grundglied (*phalanx prima*)	des Zeigefingers (*index*).
u'	Zweites oder Mittelglied (*phalanx secunda*)	
u''	Drittes oder Nagelglied (*phalanx tertia*)	
z	Höckerchen der Speiche.	
A	Deltamuskel (*M. deltoideus*).	
D'	Langer	Kopf des dreiköpfigen Armmuskels (*M. triceps brachii*).
D''	Äußerer	
D'''	Innerer	
H	Arm-Speichenmuskel (*M. brachio-radialis*).	
J	Langer	Speichenhandstrecker (*Mm. extensor carpi radialis longus et brevis*).
K	Kurzer	
L	Langer Abzieher des Daumens (*M. abductor pollicis longus*).	
M	Kurzer Strecker des Daumens (*M. extensor pollicis brevis*).	
N	Langer Strecker des Daumens (*M. extensor pollicis longus*), Sehne.	
Q	Ellbogenmuskel (*M. anconaeus*).	
R	Ellenhandstrecker (*M. extensor carpi ulnaris*).	
S	Gemeinschaftlicher Fingerstrecker (*M. extensor digitorum communis*).	
T	Ellenhandbeuger (*M. flexor carpi ulnaris*).	



R. Helmert gez. *Tübingen Aug. 1879.*

Fig. 20. und 21. Arm.

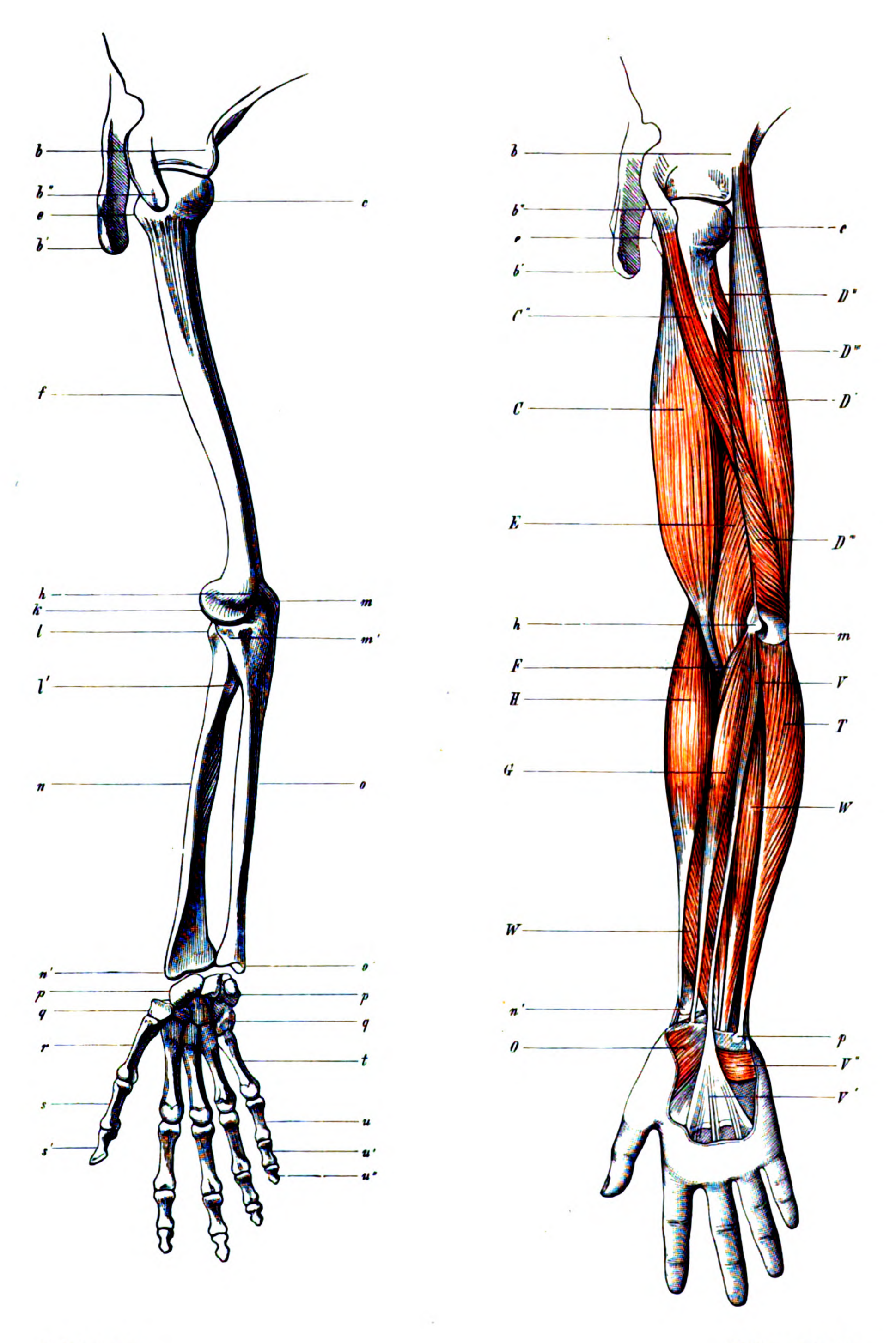
Fig. 22 und 23.

Arm

von innen; im Schultergelenk bis zu horizontaler Stellung gehoben.

---

b Schulterblatt (*scapula*).
b' Schulterhöhe (*acromion*).
b'' Schulterhaken (*processus coracoideus*).
c Gelenkkopf (*caput humeri*)
e Kleiner Höcker (*tuberculum minus*)
f Schaft (*corpus humeri*)
h Innerer Knorren (*epicondylus medialis*)
k Rolle (*trochlea humeri*)
} des Oberarmknochens (*humerus*).
l Köpfchen der Speiche (*capitulum radii*).
l' Rauhigkeit der Speiche (*tuberositas radii*).
m Ellbogenfortsatz (*olecranon*) der Elle (*ulna*).
m' Kronenfortsatz (*processus coronoideus*) der Elle (*ulna*).
n Speiche (*radius*).
n' Knöchel derselben (*processus styloideus radii*).
o Elle (*ulna*).
o' Knöchel derselben (*processus styloideus ulnae*).
p Erste
q Zweite
} Reihe der Handwurzelknochen (*ossa carpi*).
r Mittelhandknochen (*os metacarpale*)
s Erstes Glied, Grundglied (*phalanx prima*)
s' Zweites Glied, Endglied (*phal. secunda*)
} des Daumens (*pollex*).
t Mittelhandknochen (*os metacarpale*)
u Erstes Glied, Grundglied (*phalanx prima*)
u' Zweites Glied, Mittelglied (*phal. secunda*)
u'' Drittes Glied, Endglied (*phalanx tertia*)
} des kleinen Fingers (*digitus minimus*).
C Zweiköpfiger Armmuskel (*M. biceps brachii*).
C'' Schulterhaken-Armmuskel (*M. coraco-brachialis*).
D' Langer
D'' Äußerer
D''' Innerer
} Kopf des dreiköpfigen Armmuskels (*M. triceps brachii*).
E Tiefer Armmuskel (*M. brachialis*).
F Runder Einwärtswender (*M. pronator teres*).
G Speichenhandbeuger (*M. flexor carpi radialis*).
H Arm-Speichenmuskel (*M. brachio-radialis*, früher *M. supinator longus*).
O Kurzer Abzieher des Daumens (*M. abductor pollicis brevis*).
T Ellenhandbeuger (*M. flexor carpi ulnaris*).
V Langer Hohlhandmuskel (*M. palmaris longus*).
V' Hohlhandbinde (*aponeurosis palmaris*).
V'' Kurzer Hohlhandmuskel (*M. palmaris brevis*).
W Gemeinschaftlicher Fingerbeuger (*M. flexor digitorum communis*).



R. Helmert gez. Tübingen Juli 1879.

Fig. 22 und 23. Arm.

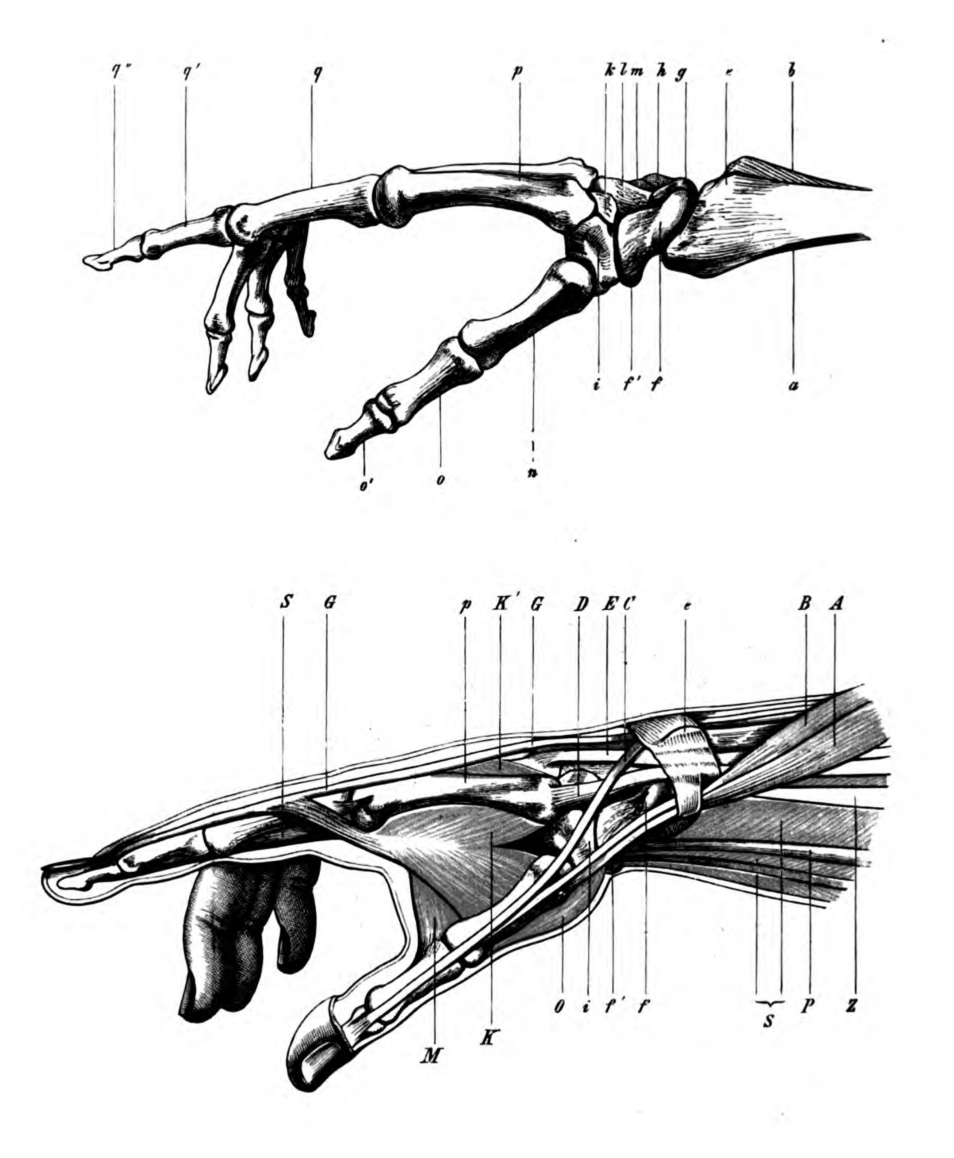
Fig. 24 und 25.

Hand

von vorn; Daumenrand.

---

a	Speiche (*radius*).	
b	Elle (*ulna*).	
e	Höckerchen der Speiche, an dem die Sehne des langen Daumenstreckers ruht.	
f	Kahnbein (*os naviculare manus*)	Erste Reihe der Handwurzelknochen.
f'	Höcker desselben (*tuberositas*)	
g	Mondbein (*os lunatum*)	
h	Dreieckbein (*os triquetrum*)	
i	Großes Vielwinkelbein (*os multangulum majus*)	Zweite Reihe der Handwurzelknochen.
k	Kleines Vielwinkelbein (*os multangulum minus*)	
l	Kopfbein (*os capitatum*)	
m	Hakenbein (*os hamatum*)	
n	Mittelhandknochen (*os metacarpale*)	des Daumens (*pollex*).
o	Erstes Glied, Grundglied (*phalanx prima*)	
o'	Zweites Glied, Endglied (*phal. secunda*)	
p	Mittelhandknochen (*os metacarpale*)	des Zeigefingers (*index*).
q	Erstes Glied, Grundglied (*phalanx prima*)	
q'	Zweites Glied, Mittelglied (*phalanx secunda*)	
q''	Drittes Glied, Endglied (*phalanx tertia*)	
A	Langer Abzieher des Daumens (*M. abductor pollicis longus*).	
B	Kurzer Strecker des Daumens (*M. extensor pollicis brevis*).	
C	Langer Strecker des Daumens (*M. extensor pollicis longus*), Sehne.	
D	Sehne des langen Speichenhandstreckers	siehe Fig. 17, *J* und *K*.
E	Sehne des kurzen Speichenhandstreckers	
G	Sehne des Zeigefingerstreckers.	
K	Erster äußerer Zwischenknochenmuskel (*M. interosseus dorsalis primus*).	
K'	Zweiter äußerer Zwischenknochenmuskel (*M. inteross. dorsal. secundus*).	
M	Anzieher des Daumens (*M. adductor pollicis*).	
O	Kurzer Abzieher des Daumens (*M. abductor pollicis brevis*).	
P	Sehne des Speichenhandbeugers (siehe Fig. 17 u. 23, *G*).	
S	Oberflächlicher und tiefer Fingerbeuger (*Mm. flexor digitorum sublimis et profundus*).	
Z	Sehne des Arm-Speichenmuskels (siehe Fig. 17 u. 23, *H*).	



R. Helmert gez.

Tübingen Aug. 1879.

Fig. 24 und 25. Hand.

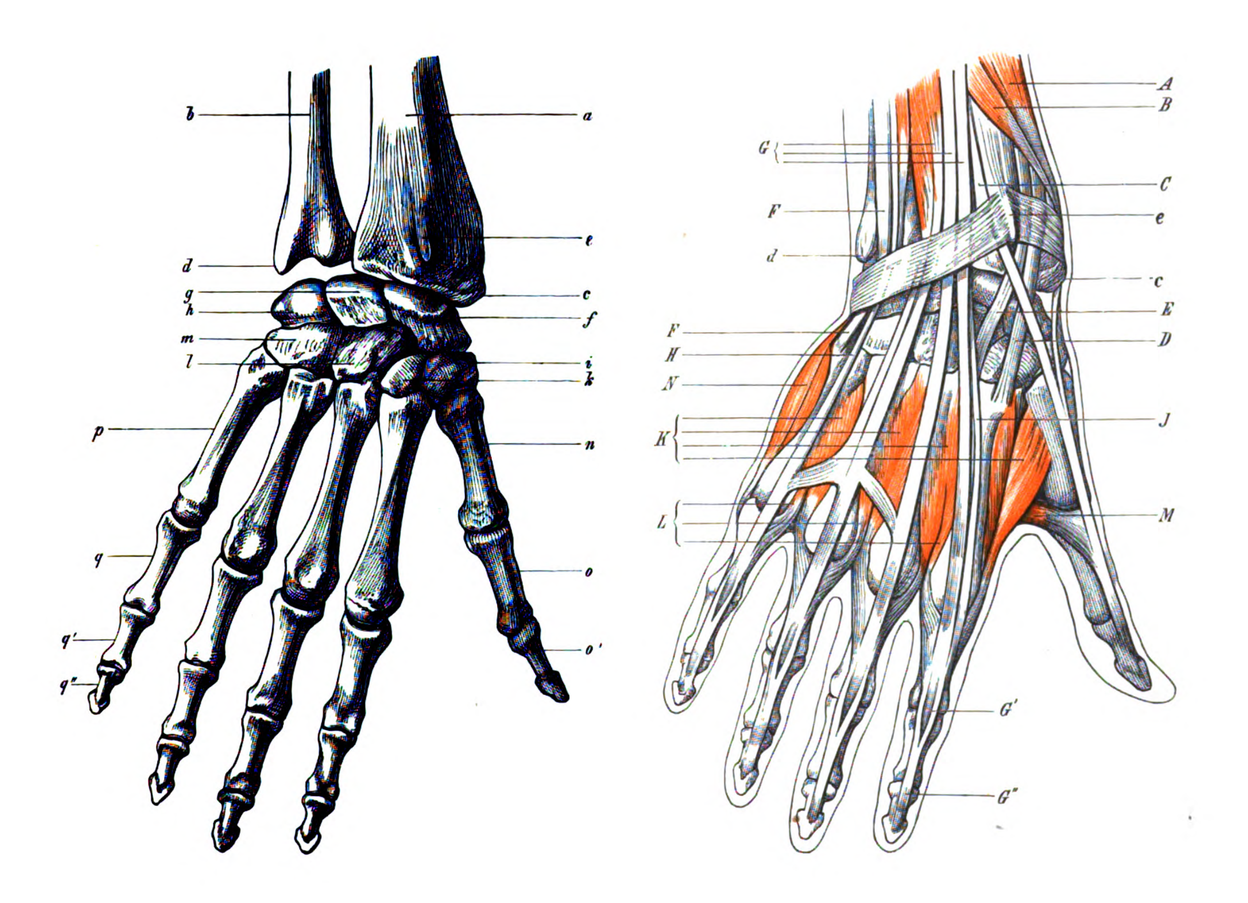
Fig. 26 und 27.

Hand

von außen; Handrücken.

---

a Speiche (*radius*).
b Elle (*ulna*).
c Knöchel der Speiche (*processus styloideus radu*).
d Knöchel der Elle (*processus styloideus ulnae*).
e Höckerchen der Speiche, an dem die Sehne des langen Daumenstreckers ruht.
f Kahnbein (*os naviculare manus*)
g Mondbein (*os lunatum*)
h Dreieckbein (*os triquetrum*)
} Erste Reihe der Handwurzelknochen.
i Großes Vielwinkelbein (*os multangulum majus*)
k Kleines Vielwinkelbein (*os multangulum minus*)
l Kopfbein (*os capitatum*)
m Hakenbein (*os hamatum*)
} Zweite Reihe der Handwurzelknochen.
n Mittelhandknochen (*os metacarpale*)
o Erstes Glied (*phalanx prima*)
o' Zweites Glied (*phalanx secunda*)
} des Daumens (*pollex*).
p Mittelhandknochen (*os metacarpale*)
q Erstes Glied (*phalanx prima*)
q' Zweites Glied (*phalanx secunda*)
q'' Drittes Glied (*phalanx tertia*)
} des Kleinfingers (*digitus quintus*).
A Langer Abzieher des Daumens (*M. abductor pollicis longus*).
B Kurzer Strecker des Daumens (*M. extensor pollicis brevis*).
C Langer Strecker des Daumens (*M. extensor pollicis longus*), Sehne.
D Sehne des langen Speichenhandstreckers
E Sehne des kurzen Speichenhandstreckers
} siehe Fig. 17, *J* und *K*.
F Ellenhandstrecker (siehe Fig. 19 u. 21, *R*).
G Gemeinschaftlicher Fingerstrecker (*M. extensor digitorum communis*).
H Kleinfingerstrecker (*M. extensor digiti quinti proprius*).
J Besonderer Zeigefingerstrecker (*M. extensor indicis proprius*).
K 1. bis 4. äußerer Zwischenknochenmuskel (*Mm. interossei dorsales*), Abzieher der Finger.
L 1. bis 3. innerer Zwischenknochenmuskel (*Mm. interossei volares*), Anzieher der Finger.
M Anzieher des Daumens (*M. adductor pollicis*).
N Abzieher des Kleinfingers (*M. abductor digiti quinti*).



R. Helmert gez.

Tübingen Aug. 1879.

Fig. 26 und 27. Hand.

Fig. 28 und 29.

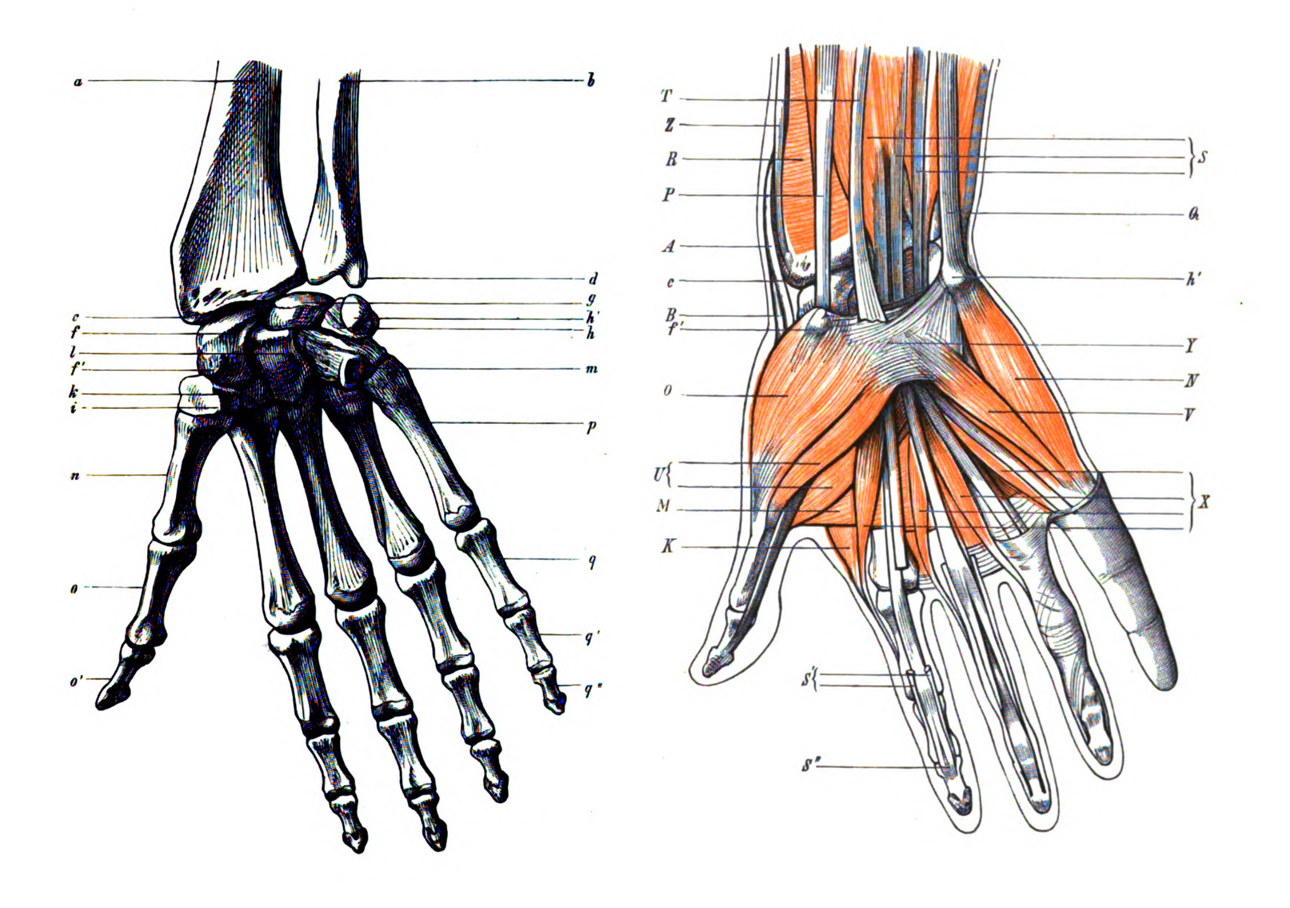
Hand

von innen; Hohlhand.

---

a	Speiche (*radius*).	
b	Elle (*ulna*).	
c	Knöchel der Speiche (*processus styloideus radii*).	
d	Knöchel der Elle (*processus styloideus ulnae*).	
f	Kahnbein (*os naviculare manus*)	Erste Reihe der Handwurzel (*ossa carpi*).
f'	Höcker des Kahnbeins (*tuberositas ossis navicularis*)	
g	Mondbein (*os lunatum*)	
h	Dreieckbein (*os triquetrum*)	
h'	Erbsenbein (*os pisiforme*)	
i	Großes Vielwinkelbein (*os multangulum majus*)	Zweite Reihe der Handwurzel (*ossa carpi*).
k	Kleines Vielwinkelbein (*os multangulum minus*)	
l	Kopfbein (*os capitatum*)	
m	Hakenbein (*os hamatum*), Haken desselben.	
n	Mittelhandknochen (*os metacarpale*)	des Daumens (*pollex*).
o	Erstes Glied (*phalanx prima*)	
o'	Zweites Glied (*phalanx secunda*)	
p	Mittelhandknochen (*os metacarpale*)	des Kleinfingers (*digitus minimus*).
q	Erstes Glied (*phalanx prima*)	
q'	Zweites Glied (*phalanx secunda*)	
q''	Drittes Glied (*phalanx tertia*)	

A Sehne des langen Daumenabziehers (siehe Fig. 17 und 19, *L*).
B Sehne des kurzen Daumenstreckers (siehe Fig. 17 und 19, *M*).
K Erster äußerer Zwischenknochenmuskel (*M. interosseus dorsalis primus*), Abzieher des Zeigefingers.
M Anzieher des Daumens (*M. adductor pollicis*).
N Abzieher des Kleinfingers (*M. abductor digiti quinti*).
O Kurzer Abzieher des Daumens (*M. abductor pollicis brevis*).
P Sehne des Speichenhandbeugers (siehe Fig. 17 und 23, *G*).
Q Ellenhandbeuger (siehe Fig. 21 und 23, *T*).
R Viereckiger Einwärtswender (*M. pronator quadratus*).
S Oberflächlicher und tiefer Fingerbeuger (M. *flexor digitorum sublimis et profundus*).
S' Abgeschnittene Ansatzsehne des oberflächl. Fingerbeugers am zweiten Gliede.
S'' Ansatzsehne des tiefen Fingerbeugers am Endgliede.
T Sehne des langen Hohlhandmuskels (siehe Fig. 23, *V*), — sie ist bei ihrem Übergang in die Hohlhandbinde abgeschnitten.
U Kurzer Daumenbeuger (*M. flexor pollicis brevis*).
V Kurzer Kleinfingerbeuger (*M. flexor digiti quinti brevis*).
X Vier Spulmuskeln (*Mm. lumbricales*).
Y Queres Handwurzelband (*Ligamentum carpi transversum*).



R. Helmert gez.

Tübingen Aug. 1879.

Fig. 28 und 29. Hand.

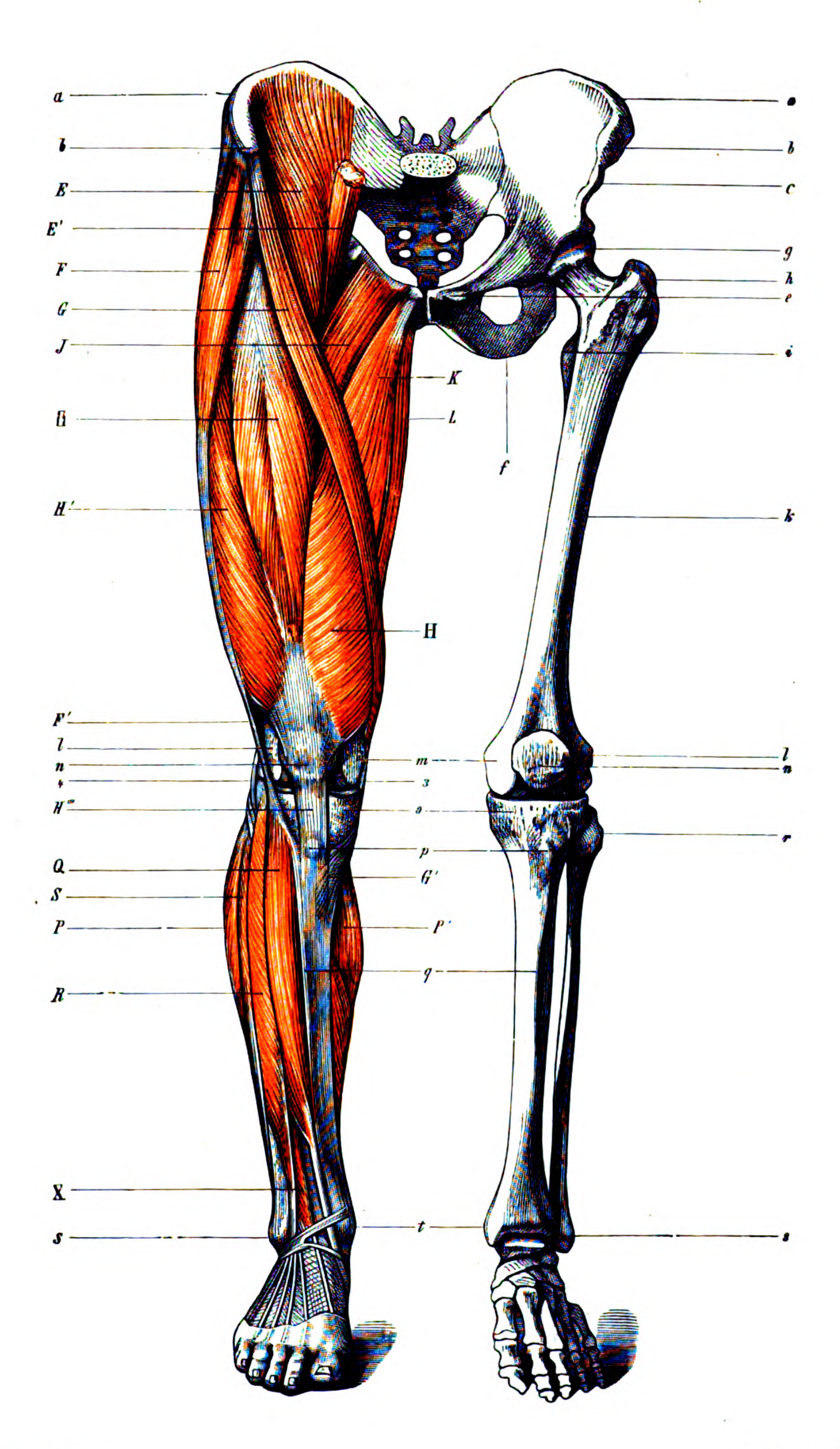
Fig. 30 und 31.

Untere Gliedmafsen

von vorn.

---

a	Darmbeinkamm (*crista iliaca*)	des Hüftknochens (*os coxae*).
b	Vorderer oberer Darmbeinstachel (*spina iliaca anterior superior*)	
c	Vorderer unterer Darmbeinstachel (*spina iliaca anterior inferior*)	
e	Schambein (*os pubis*)	
f	Sitzbein (*os ischii*)	
g	Gelenkkopf (*caput femoris*)	des Oberschenkelknochens (*femur*).
h	Großer Rollhügel (*trochanter major*)	
i	Kleiner Rollhügel (*trochanter minor*)	
k	Schaft (*corpus femoris*)	
l	Äußerer Knorren (*epicondylus lateralis*)	
m	Innerer Knorren (*epicondylus medialis*)	
n	Kniescheibe (*patella*).	
o	Oberes Ende des Schienbeins (*condylus medialis et lateralis tibiae*).	
p	Schienbeinhöcker (*tuberositas tibiae*).	
q	Schienbeinkante (*crista anterior tibiae*).	
r	Köpfchen des Wadenbeins (*capitulum fibulae*).	
s	Unteres Ende des Wadenbeins, äußerer Knöchel (*malleolus lateralis*).	
t	Unteres Ende des Schienbeins, innerer Knöchel (*malleolus medialis*).	
3	Inneres Seitenband des Kniegelenks (*Lig. collaterale tibiale*).	
4	Äußeres Seitenband des Kniegelenks (*Lig. collaterale fibulare*).	
E	Darmbeinmuskel (*M. iliacus*)	Darmbeinlendenmuskel (*M. iliopsoas*).
E'	Lendenmuskel (*M. psoas major*)	
F	Spanner der Schenkelfascie (*M. tensor fasciae latae*).	
F'	Streifen der Schenkelfascie (*fascia lata*), durch den die Wirkung des Fascienspanners auf den Unterschenkel übertragen wird (*tractus iliotibialis Maissiati*).	
G	Schneidermuskel (*M. sartorius*).	
G'	Desselben Ansatz am Schienbein.	
H	Gerader Schenkelmuskel (*M. rectus femoris*)	4 köpfiger Schenkelmuskel (*M. quadriceps femoris*).
H'	Äußerer großer Schenkelmuskel (*M. vastus lateralis*)	
H''	Innerer großer Schenkelmuskel (*M. vastus medialis*)	
H'''	Kniescheibenband (*ligamentum patellae*)	
J	Kammmuskel (*M. pectineus*).	
K	Langer Anzieher (*M. adductor longus*).	
L	Schlanker Muskel (*M. gracilis*).	
P, *P'*	Dreiköpfiger Wadenmuskel (*M. triceps surae*).	
Q	Vorderer Schienbeinmuskel (*M. tibialis anterior*).	
R	Langer Zehenstrecker (*M. extensor digitorum longus*).	
S	Langer Wadenbeinmuskel (*M. peronaeus longus*).	
X	Langer Großzehenstrecker (*M. extensor hallucis longus*).	



R. Helmert gez.

Tübingen Juli 1879.

Fig. 30 und 31. Untere Gliedmaßen.

Fig. 32 und 33.

Untere Gliedmaſsen

von außen.

---

a	Darmbeinkamm (*crista iliaca*)	des Hüftknochens (*os coxae*).
b	Vorderer oberer Darmbeinstachel (*spina iliaca anterior superior*	
c	Vorderer unterer Darmbeinstachel (*spina iliaca anterior inferior*)	
d	Hinterer oberer Darmbeinstachel (*spina iliaca posterior superior*)	
e	Schambein (*os pubis*)	
g	Gelenkkopf (*caput femoris*)	des Oberschenkelknochens (*femur*).
h	Großer Rollhügel (*trochanter major*)	
i	Kleiner Rollhügel (*trochanter minor*)	
k	Schaft (*corpus femoris*)	
l	Äußerer Knorren (*epicondylus lateralis*)	

n Kniescheibe (*patella*).
p Schienbeinhöcker (*tuberositas tibiae*).
q Schienbeinkante (*crista anterior tibiae*).
r Köpfchen des Wadenbeins (*capitulum fibulae*).
s Unteres Ende des Wadenbeins, äußerer Knöchel (*malleolus lateralis*).
u Sprungbein (*talus*).
v Fersenbein (*calcaneus*).
x Kreuzbein (*os sacrum*).
4 Äußeres Seitenband des Kniegelenks (*ligamentum collaterale fibulare*).
A Großer Gesäßmuskel (*M. glutaeus maximus*).
B Mittlerer Gesäßmuskel (*M. glutaeus medius*).
F Spanner der Schenkelfascie (*M. tensor fasciae latae*).
F' MAISSIAT'scher Streifen der Schenkelfascie (*tractus iliotibialis*); nach vorn und nach hinten von diesem Streifen war die Fascie am Präparat weggeschnitten worden.
G Schneidermuskel (*M. sartorius*).

H	Gerader Schenkelmuskel (*M. rectus femoris*)	4 köpfiger Schenkelmuskel (*M. quadriceps femoris*).
H'	Äußerer großer Schenkelmuskel (*M. vastus lateralis*)	
H''	Innerer großer Schenkelmuskel (*M. vastus medialis*)	
H'''	Kniescheibenband (*ligamentum patellae*)	

M Halbhäutiger Muskel (*M. semimembranosus*).
O Zweiköpfiger Schenkelmuskel (*M. biceps femoris*), langer Kopf.
O' Desselben kurzer Kopf.

P	Wadenbauchmuskel, äußerer Kopf (*M. gastrocnemius, caput laterale*)	3 köpfiger Wadenmuskel (*M. triceps surae*).
P''	Schollenmuskel (*M. soleus*)	
P'''	Achillessehne (*tendo calcaneus Achillis*)	

Q Vorderer Schienbeinmuskel (*M. tibialis anterior*).
R Langer Zehenstrecker (*M. extensor digitorum longus*).
R' Dritter Wadenbeinmuskel (*M. peronaeus tertius*).
S Langer Wadenbeinmuskel (*M. peronaeus longus*).
T Kurzer Wadenbeinmuskel (*M. peronaeus brevis*).
W Langer Großzehenbeuger (*M. flexor hallucis longus*).

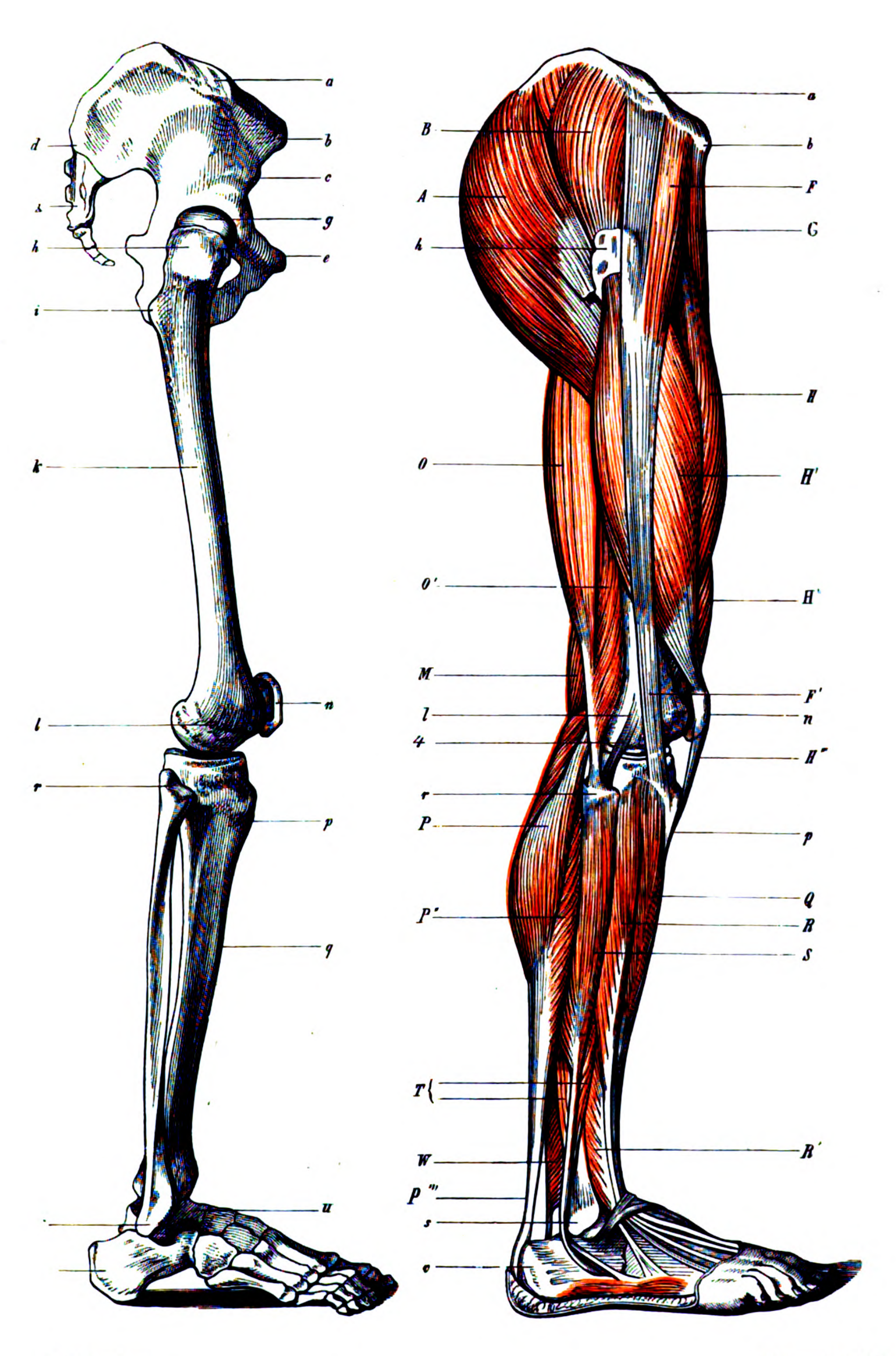


Fig. 32 und 33. Untere Gliedmaßen.

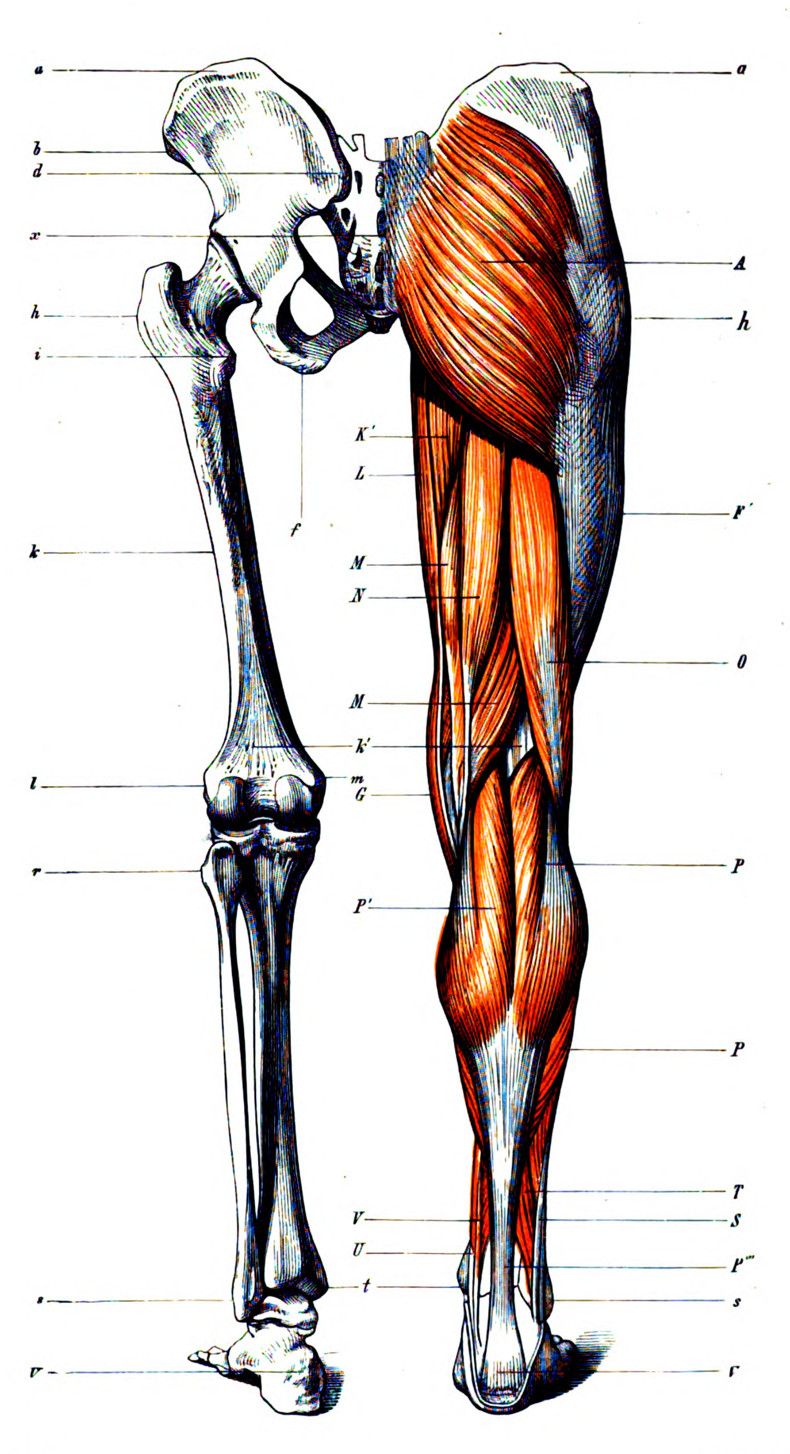
Fig. 34 und 35.

Untere Gliedmaſsen

von hinten.

---

a	Darmbeinkamm (*crista iliaca*)	des Hüftknochens (*os coxae*).
b	Vorderer oberer Darmbeinstachel (*spina iliaca anterior superior*)	
d	Hinterer oberer Darmbeinstachel (*spina iliaca posterior superior*)	
f	Sitzbein (*os ischii*)	
h	Großer Rollhügel (*trochanter major*)	des Oberschenkelknochens (*femur*).
i	Kleiner Rollhügel (*trochanter minor*)	
k	Schaft (*corpus femoris*)	
k	Kniekehlenfläche (*planum popliteum*)	
l	Äußerer Knorren (*epicondylus lateralis*)	
m	Innerer Knorren (*epicondylus medialis*)	
r	Köpfchen des Wadenbeins (*capitulum fibulae*).	
s	Unteres Ende des Wadenbeins, äußerer Knöchel (*malleolus lateralis*).	
t	Unteres Ende des Schienbeins, innerer Knöchel (*malleolus medialis*).	
v	Fersenbein (*calcaneus*), Fersenhöcker desselben (*tuber calcanei*).	
x	Kreuzbein (*os sacrum*).	
A	Großer Gesäßmuskel (*M. glutaeus maximus*).	
F'	Schenkelfascie (*fascia lata*), unversehrt.	
G	Schneidermuskel (*M. sartorius*).	
K'	Großer Anzieher (*M. adductor magnus*).	
L	Schlanker Muskel (*M. gracilis*).	
M	Halbhäutiger Muskel (*M. semimembranosus*).	
N	Halbsehniger Muskel (M. *semitendinosus*).	
O	Zweiköpfiger Schenkelmuskel (*M. biceps femoris*).	
P	Äußerer Zwilling (*M. gastrocnemius, caput laterale*)	3köpfiger Wadenmuskel (*M. triceps surae*).
P'	Innerer Zwilling (*M. gastrocnemius, caput mediale*)	
P''	Schollenmuskel (*M. soleus*)	
P'''	Achillessehne (*tendo Achillis*)	
S	Langer Wadenbeinmuskel (*M. peronaeus. longus*).	
T	Kurzer Wadenbeinmuskel (*M. peronaeus brevis*).	
U	Sehne des hinteren Schienbeinmuskels. (*M. tibialis posterior*).	
V	Langer Zehenbeuger (*M. flexor digitorum longus*).	



R. Helmert gez. *Tübingen Juli 1879.*

Fig. 34 und 35. Untere Gliedmaßen.

Fig. 36 und 37.

Untere Gliedmaſsen

von innen; das Becken in der Mittelebene durchsägt.

---

a	Darmbeinkamm (*crista iliaca*)	des Hüftknochens (*os coxae*).
b	Vorderer oberer Darmbeinstachel (*spina iliaca anterior superior*)	
c	Vorderer unterer Darmbeinstachel (*spina iliaca anterior inferior*)	
d	Hinterer oberer Darmbeinstachel (*spina iliaca posterior superior*)	
e'	Schambeinfuge (*symphysis ossium pubis*), in der Mittelebene durchsägt.	
f	Sitzbeinhöcker (*tuber ischiadicum*).	
f'	Sitzbeinstachel (*spina ischiadica*).	
k	Schaft (*corpus femoris*)	des Oberschenkelknochens (*femur*).
m	Innerer Knorren (*epicondylus medialis*)	
n	Kniescheibe (*patella*).	
o	Oberes Ende des Schienbeins, innerer Knorren (*condylus medialis*).	
p	Schienbeinhöcker (*tuberositas tibiae*).	
q	Schienbeinkante (*crista anterior tibiae*).	
t	Unteres Ende des Schienbeins, innerer Knöchel (*malleolus medialis*).	
u	Sprungbein (*talus*), Kopf desselben (*caput tali*).	
v	Fersenbein (*calcaneus*), Fersenhöcker desselben (*tuber calcanei*).	
x'	Kreuzbein und Steißbein, in der Mittelebene durchsägt.	
1	*Ligamentum sacro-spinosum.*	
2	*Ligamentum sacro-tuberosum.*	
3	Inneres Seitenband des Kniegelenks (*ligamentum collaterale tibiale* .	
A	Großer Gesäßmuskel (*M. glutaeus maximus*).	
C	Birnförmiger Muskel (*M. piriformis*).	
D	Innerer Hüftlochverschlussmuskel (*M. obturator internus*).	
E	Darmbeinmuskel (*M. iliacus*)	Darmbeinlendenmuskel (*M. iliopsoas*).
E'	Lendenmuskel (*M. psoas major*)	
G	Schneidermuskel (*M. sartorius*).	
H	Gerader Schenkelmuskel (*M. rectus femoris*).	
H''	Innerer großer Schenkelmuskel (*M. vastus medialis*).	
H '''	Kniescheibenband (*ligamentum patellae*), Endsehne des Quadriceps.	
K	Langer Anzieher (*M. adductor longus*).	
K'	Großer Anzieher (*M. adductor magnus*).	
L	Schlanker Muskel (*M. gracilis*).	
M	Halbhäutiger Muskel (*M. semimembranosus*).	
N	Halbsehniger Muskel (*M. semitendinosus*).	
P'	Innerer Kopf des Wadenbauchmuskels (*M. gastrocnemius, caput mediale*).	
P''	Schollenmuskel (*M. soleus*).	
P'''	Achillessehne (*tendo calcaneus Achillis*).	
Q	Vorderer Schienbeinmuskel (*M. tibialis anterior*).	
Q'	Desselben Ansatz am inneren Fußrande.	
U	Hinterer Schienbeinmuskel (*M. tibialis posterior*), Sehne.	
V	Langer Zehenbeuger (*M. flexor digitorum longus*).	

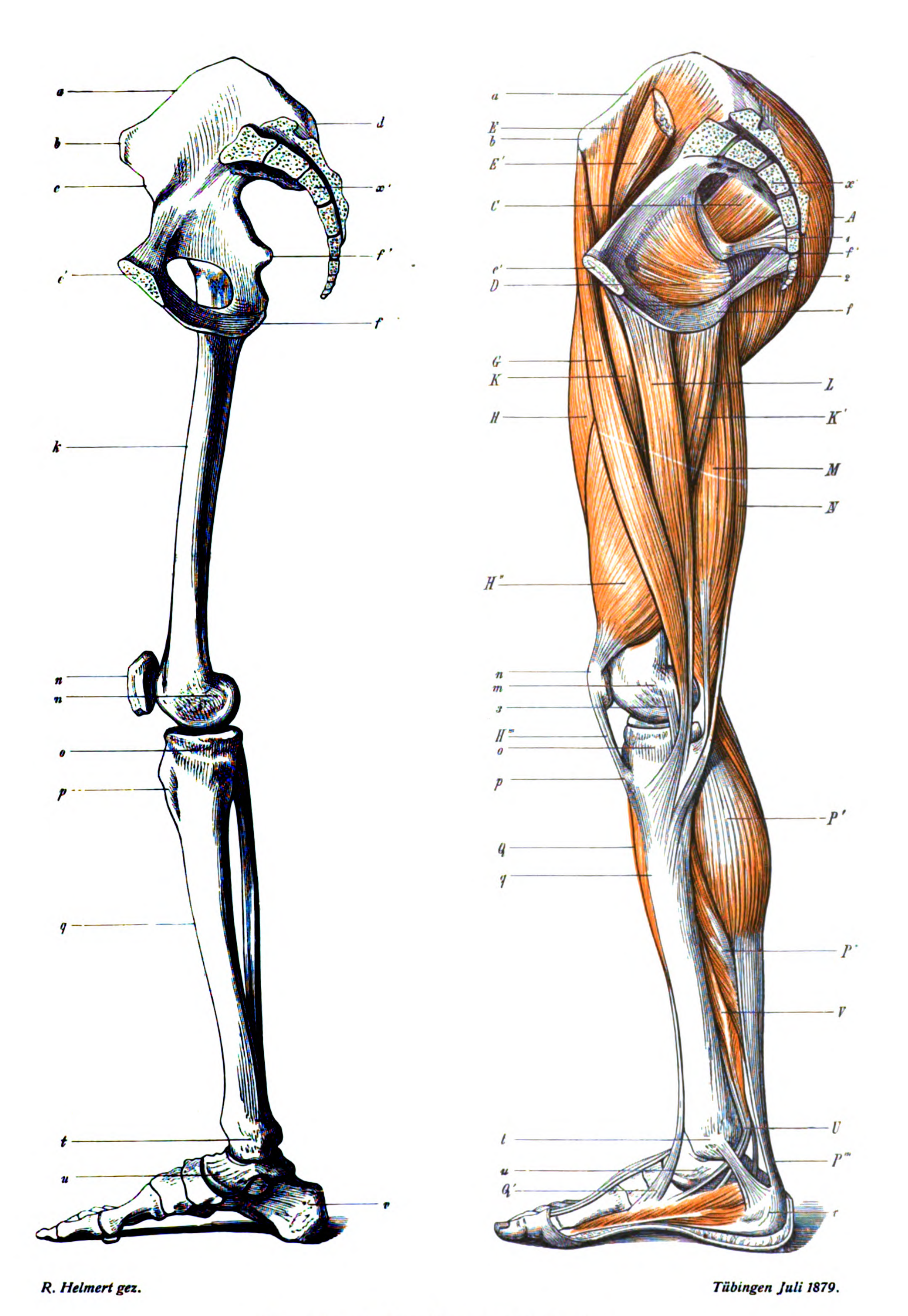


Fig. 36 und 37. Untere Gliedmaßen.

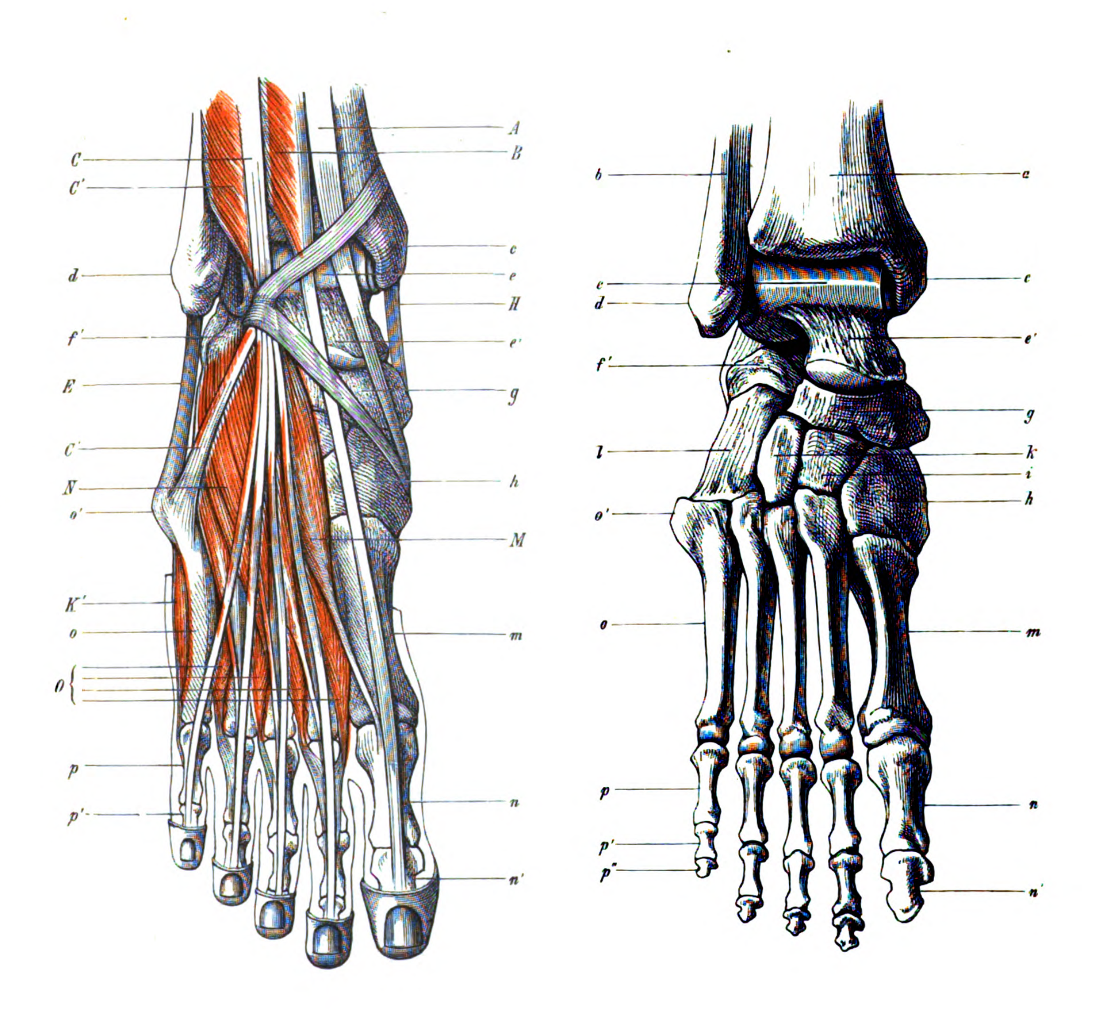
Fig. 38 und 39.

Fuſs

von oben, bei gesenkter Fußspitze; Fußrücken.

---

a Schienbein (*tibia*), unteres Ende.
b Wadenbein (*fibula*), unteres Ende.
c Innerer Knöchel (*malleolus medialis*).
d Äußerer Knöchel (*malleolus lateralis*).
e Sprungbein (*talus*), Rolle desselben (*trochlea tali*).
e' Kopf desselben (*caput tali*).
f' Fersenbein (*calcaneus*), desselben Gelenkfläche für das Würfelbein (*faciẹs articularis cuboidea*).
g Schiffbein (*os naviculare pedis*).
h Erstes
i Zweites } Keilbein (*os cuneiforme I, II, III*).
k Drittes
l Würfelbein (*os cuboideum*).
m Erster Mittelfußknochen (*os metatarsale I*).
n Erstes Glied (*phalanx prima*) } der großen Zehe (*hallux*).
n' Zweites Glied (*phalanx secunda*)
o Fünfter Mittelfußknochen (*os metatarsale V*).
o' Desselben Höcker (*tuberositas ossis metatarsalis quinti*).
p Erstes Glied (*phalanx prima*)
p' Zweites Glied (*phalanx secunda*) } der kleinen Zehe (*digitus minimus*).
p'' Drittes Glied (*phalanx tertia*)
A Vorderer Schienbeinmuskel (*M. tibialis anterior*).
B Langer Großzehenstrecker (*M. extensor hallucis longus*).
C Langer Zehenstrecker (*M. extensor digitorum longus*).
C' Dritter Wadenbeinmuskel (*M. peronaeus tertius*).
E Ansatzsehne des kurzen Wadenbeinmuskels (*M. peronaeus brevis*).
H Ansatzsehne des hinteren Schienbeinmuskels (*M. tibialis posterior*).
K' Abzieher der kleinen Zehe (*M. abductor digiti quinti*).
M Kurzer Großzehenstrecker (*M. extensor hallucis brevis*).
N Kurzer Zehenstrecker (*M. extensor digitorum brevis*).
O Vier äußere Zwischenknochenmuskeln (*Mm. interossei dorsales*), Abzieher der Zehen.



R Helmert gez. Tübingen Juli 1879.

Fig. 38 und 39. Fuß.

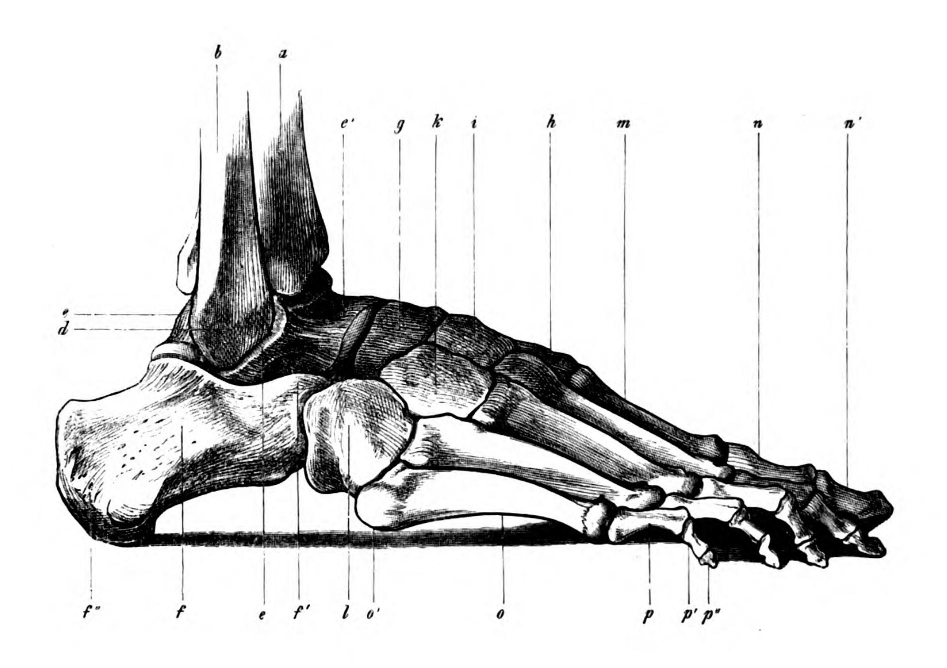
Fig. 40 und 41.

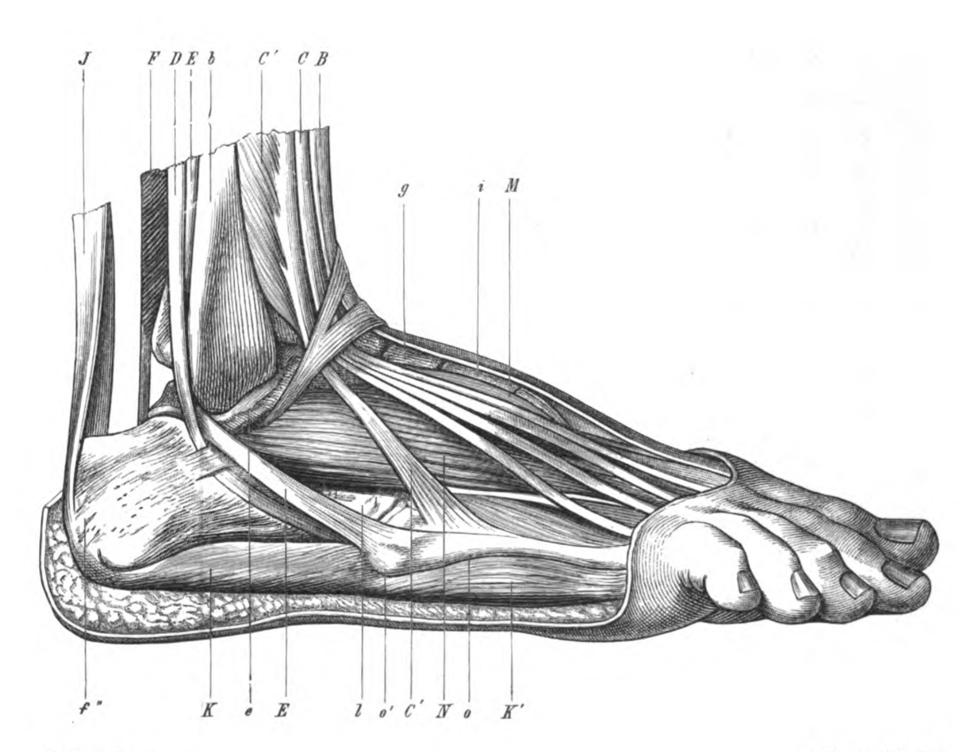
Fuſs

von außen.

---

a	Schienbein (*tibia*), unteres Ende.
b	Wadenbein (*fibula*), unteres Ende.
d	Äußerer Knöchel (*malleolus lateralis*).
e	Sprungbein (*talus*), Rolle desselben (*trochlea tali*).
e'	Kopf desselben (*caput tali*).
f	Fersenbein (*calcaneus*), Körper (*corpus calcanei*).
f'	Desselben vorderer Teil.
f''	Desselben Fersenhöcker (*tuber calcanei*).
g	Schiffbein (*os naviculare pedis*).
h	Erstes } Keilbein (*os cuneiforme I, II, III*).
i	Zweites } Keilbein (*os cuneiforme I, II, III*).
k	Drittes } Keilbein (*os cuneiforme I, II, III*).
l	Würfelbein (*os cuboideum*).
m	Erster Mittelfußknochen (*os metatarsale I*).
n	Erstes } Glied der großen Zehe (*hallux*).
n'	Zweites } Glied der großen Zehe (*hallux*).
o	Fünfter Mittelfußknochen (*os metatarsale V*).
o'	Desselben Höcker (*tuberositas ossis metatarsalis quinti*).
p	Erstes } Glied der fünften Zehe (*digitus quintus*).
p'	Zweites } Glied der fünften Zehe (*digitus quintus*).
p''	Drittes } Glied der fünften Zehe (*digitus quintus*).
B	Langer Großzehenstrecker (*M. extensor hallucis longus*).
C	Langer Zehenstrecker (*M. extensor digitorum longus*).
C'	Dritter Wadenbeinmuskel (*M. peronaeus tertius*).
D	Langer Wadenbeinmuskel (*M. peronaeus longus*), Sehne.
E	Kurzer Wadenbeinmuskel (*M. peronaeus brevis*), Sehne.
F	Langer Großzehenbeuger (*M. flexor hallucis longus*).
J	Achillessehne (*tendo Achillis*).
K	Abzieher der kleinen Zehe (*M. abductor digiti quinti*), hinterer Teil, der sich bei *o'* ansetzt.
K'	Desselben vorderer Teil, der zur Zehe geht.
M	Kurzer Großzehenstrecker (*M. extensor hallucis brevis*).
N	Kurzer Zehenstrecker (*M. extensor digitorum brevis*).





R. Helmert gez. Tübingen Juli 1879.

Fig. 40 und 41. Fuß.

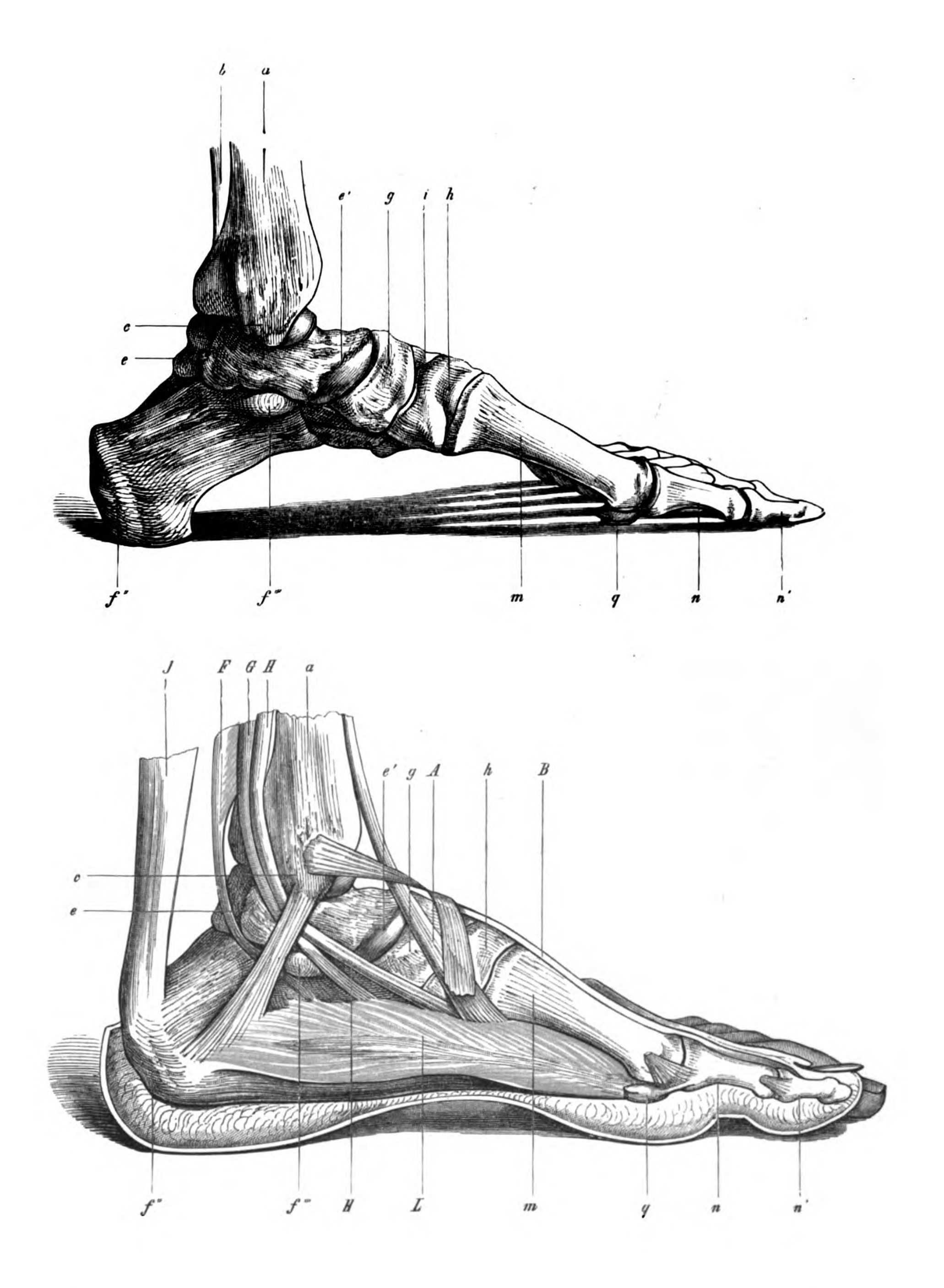
Fig. 42 und 43.

Fufs

von innen.

---

a	Schienbein (*tibia*), unteres Ende.
b	Wadenbein (*fibula*), unteres Ende.
c	Innerer Knöchel (*malleolus medialis*).
e	Sprungbein (*talus*), Körper.
e'	Desselben Kopf (*caput tali*).
f'	Fersenhöcker (*tuber calcanei*) } des Fersenbeins (*calcaneus*).
f'''	Sprungbeinträger (*sustentaculum tali*) } des Fersenbeins (*calcaneus*).
g	Kahnbein oder Schiffbein (*os naviculare pedis*).
h	Erstes } Keilbein (*os cuneiforme I, II*),
i	Zweites } Keilbein (*os cuneiforme I, II*),
m	Erster Mittelfußknochen (*os metatarsale I*).
n	Erstes } Glied der großen Zehe (*hallux*).
n'	Zweites } Glied der großen Zehe (*hallux*).
q	Sesambeinchen der Großzehe (*os sesamoideum*).
A	Vorderer Schienbeinmuskel (*M. tibialis anterior*).
B	Langer Großzehenstrecker (*M. extensor hallucis longus*).
F	Langer Großzehenbeuger (*M. flexor hallucis longus*).
G	Langer Zehenbeuger (*M. flexor digitorum longus*), Sehne.
H	Hinterer Schienbeinmuskel (*M. tibialis posterior*), Sehne.
J	Achillessehne (*tendo calcaneus Achillis*).
L	Abzieher der großen Zehe (*M. abductor hallucis*).



R. Helmert gez. — Tübingen Juli 1879.

Fig. 42 und 43. Fuß.

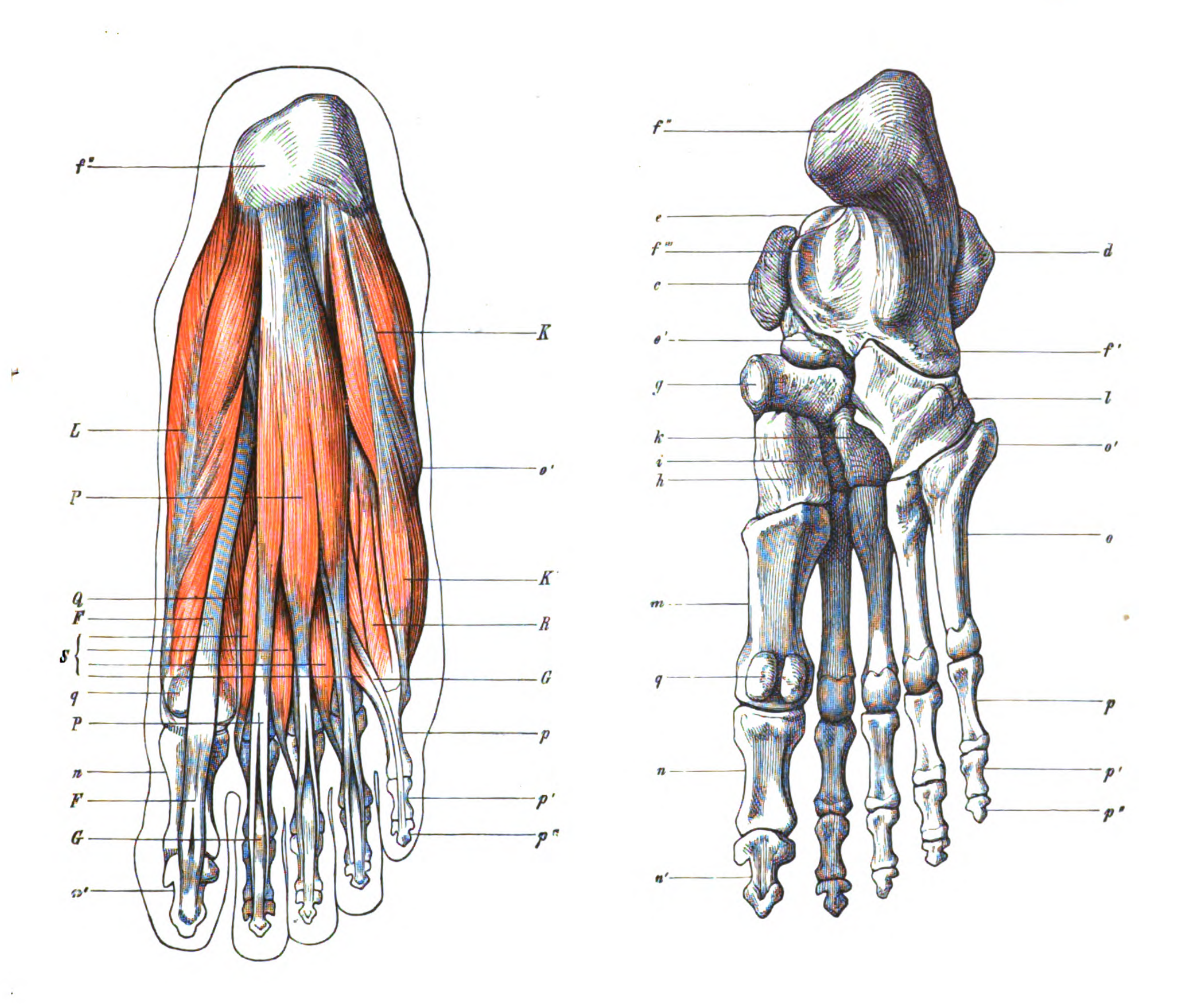
Fig. 44 und 45.

Fuſs

von unten; Fußsohle.

---

c Innerer Knöchel (*malleolus medialis*).
d Äußerer Knöchel (*malleolus lateralis*).
e Sprungbein (*talus*), Körper.
e' Desselben Kopf (*caput tali*).
f' Vorderer Teil (*pars anterior*)
f'' Fersenhöcker (*tuber calcanei*)
f''' Sprungbeinträger (*sustentaculum tali*)
} des Fersenbeins (*calcaneus*).
g Kahnbein oder Schiffbein (*os naviculare pedis*), Höcker desselben.
h Erstes
i Zweites
k Drittes
} Keilbein (*os cuneiforme I, II, III*).
l Würfelbein (*os cuboideum*), Höcker desselben.
m Erster Mittelfußknochen (*os metatarsale I*).
n Erstes Glied
n' Zweites Glied
} der großen Zehe (*hallux*).
o Fünfter Mittelfußknochen (*os metatarsale V*).
o' Desselben Höcker (*tuberositas ossis metatarsalis quinti*).
p Erstes Glied
p' Zweites Glied
p'' Drittes Glied
} der fünften Zehe (*digitus minimus*).
q Sesambeine (*ossa sesamoidea*) der großen Zehe.
F Sehne des langen Großzehenbeugers (*M. flexor hallucis longus*).
G Sehnen des langen Zehenbeugers (*M. flexor digitorum longus*).
K Abzieher der kleinen Zehe (*M. abductor digiti quinti*), hinterer Teil, der sich bei *o'* ansetzt.
K' Desselben vorderer Teil, der zur Zehe geht.
L Abzieher der großen Zehe (*M. abductor hallucis*).
P Kurzer Zehenbeuger (*M. flexor digitorum brevis*).
Q Kurzer Großzehenbeuger (*M. flexor hallucis brevis*).
R Kurzer Kleinzehenbeuger (*M. flexor digiti quinti brevis*).
S Vier Spulmuskeln (*Mm. lumbricales*).



R. Helmert gez.

Tübingen Juli 1879.

Fig. 44 und 45. Fuß.

PROPORTIONS-TAFELN.

Fig. I—VIII.

Fig. I.

Neugeborener Knabe

50 Centimeter groß. ($^1/_5$ der natürlichen Größe.)

---

ab	Kopf	12
bc	Hals	1
cd	Brust	7
de	Schwertfortsatz bis Nabel	5
ef	Nabel bis oberen Rand der Schambeinfuge	5
	af Oberlänge 30	
fg	Oberschenkel	9
gh	Unterschenkel	9
hi	Knöchel bis Sohle	2
	fi Unterlänge 20	
ai	Körperlänge	50
x	Halbierungspunkt der ganzen Körperlänge.	

---

qq'	Querer Kopfdurchmesser	10
pp'	Schulterhöhenbreite	10
tt'	Hüftenbreite	10

---

bβ	Kinn bis Nasenwurzel	5
βa	Nasenwurzel bis Scheitel	7

Gerader Kopfdurchmesser	12
Gerader Brustdurchmesser	10
Gerader Beckendurchmesser	10
Kopfumfang	36
Brustumfang	36

Linker Hand ist die Gesamthöhe nach Kopflängen abgeteilt. Beim Neugeborenen: Körperlänge = 4 Kopflängen.

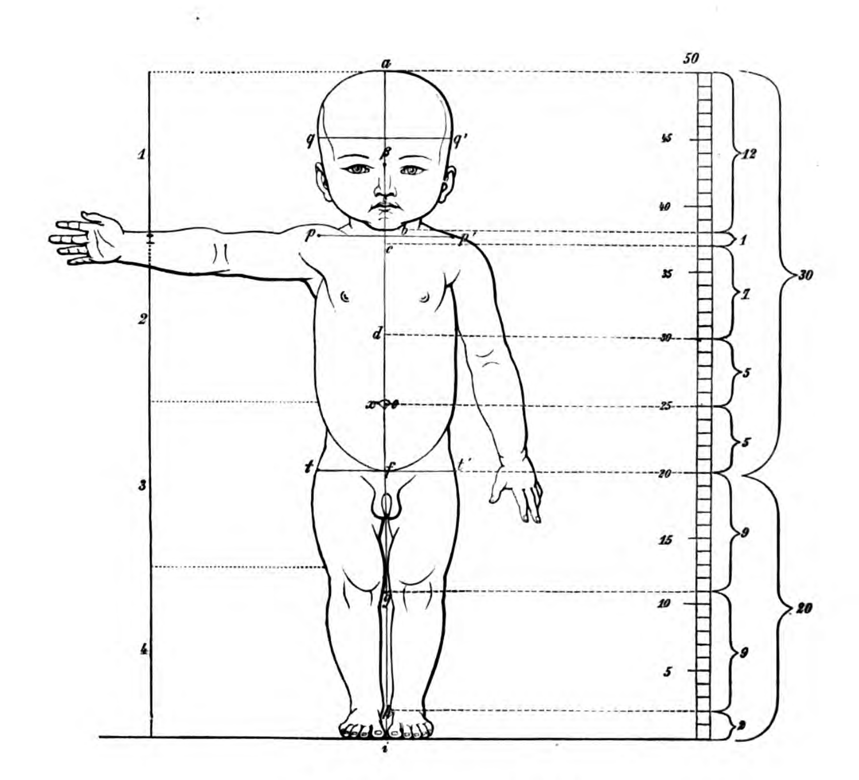


Fig. I. Neugeborener Knabe.

(1/5 der natürlichen Grösse.)

Fig. II.

Zweijähriger Knabe

(21 Monate), 91 Centimeter groß. ($^1/_{10}$ der natürlichen Größe.)

---

ab	Kopf	18
bc	Hals	5
cd	Brust	13
de	Schwertfortsatz bis Nabel	8
ef	Nabel bis oberen Rand der Schambeinfuge	8
	af Oberlänge 52	
fg	Oberschenkel	18
gh	Unterschenkel	18
hi	Knöchel bis Sohle	3
	fi Unterlänge 39	
ai	Körperlänge	91
x	Halbierungspunkt der ganzen Körperlänge.	

---

qq'	Querer Kopfdurchmesser	$13^1/_2$
pp'	Schulterhöhenbreite	18
tt'	Hüftenbreite	18

---

bβ	Kinn bis Nasenwurzel	9
βa	Nasenwurzel bis Scheitel	9

Gerader Kopfdurchmesser	16
Gerader Brustdurchmesser	16
Gerader Beckendurchmesser	16
Kopfumfang	50
Brustumfang	54

Links die Teilung nach Kopflängen. Körperlänge = 5 Kopflängen.

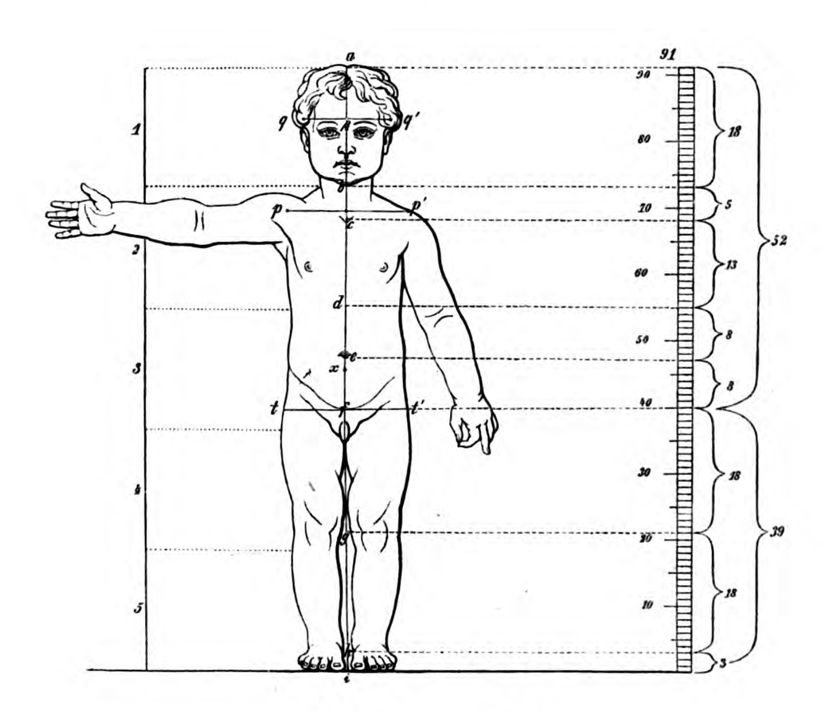


Fig. II. Zweijähriger Knabe.

(1/10 der natürlichen Größe.)

Fig. III.

$5\frac{1}{2}$ jähriger Knabe

121 Centimeter groß. ($^1/_{10}$ der natürlichen Größe.)

a b	Kopf	20
b c	Hals	6
c d	Brust	16
d e	Schwertfortsatz bis Nabel	10
e f	Nabel bis oberen Rand der Schambeinfuge	10
	a f Oberlänge 62	
f g	Oberschenkel	$27^1/_2$
g h	Unterschenkel	$27^1/_2$
h i	Knöchel bis Sohle	4
	f i Unterlänge 59	
a i	Körperlänge	121
x	Halbierungspunkt der ganzen Körperlänge.	

q q'	Querer Kopfdurchmesser	15
p p'	Schulterhöhenbreite	24
t t'	Hüftenbreite	24

b β	Kinn bis Nasenwurzel	10
β a	Nasenwurzel bis Scheitel	10

Gerader Kopfdurchmesser	$17^1/_2$
Gerader Brustdurchmesser	18
Gerader Beckendurchmesser	18
Kopfumfang	$51^1/_2$
Brustumfang	64

Links Teilung nach Kopflängen. Körperlänge = 6 Kopflängen.

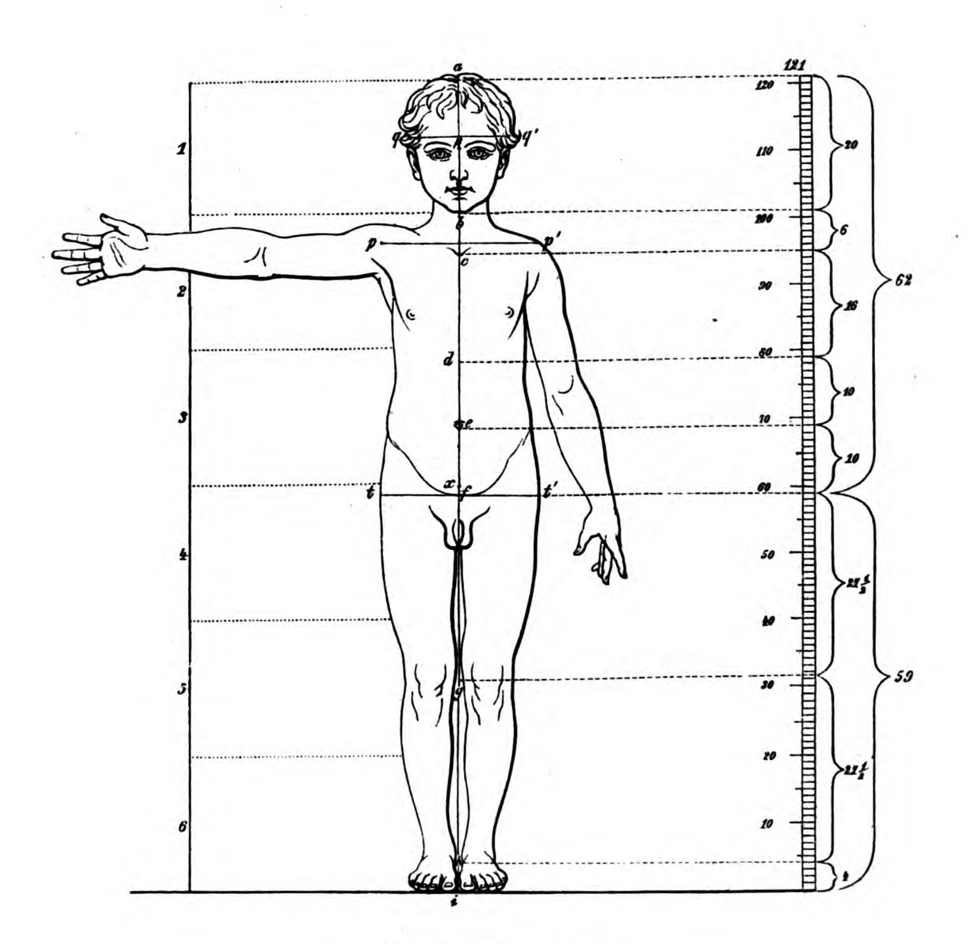


Fig. III. 5 1/2 jähriger Knabe.

(1/10 der natürlichen Größe.)

Fig. IV.

Zehnjähriger Knabe

145 Centimeter groß. ($^1/_{10}$ der natürlichen Größe.)

---

ab	Kopf	22
bc	Hals	$6^1/_2$
cd	Brust	19
de	Schwertfortsatz bis Nabel	11
ef	Nabel bis oberen Rand der Schambeinfuge	11
	af Oberlänge	$69^1/_2$
fg	Oberschenkel	$35^1/_4$
gh	Unterschenkel	$35^1/_4$
hi	Knöchel bis Sohle	5
	fi Unterlänge	$75^1/_2$
ai	Körperlänge	145
x	Halbierungspunkt der ganzen Körperlänge.	

---

qq'	Querer Kopfdurchmesser	16
pp'	Schulterhöhenbreite	28
tt'	Hüftenbreite	28

---

bβ	Kinn bis Nasenwurzel	11
βa	Nasenwurzel bis Scheitel	11

Gerader Kopfdurchmesser	$18^1/_2$
Gerader Brustdurchmesser	20
Gerader Beckendurchmesser	20
Kopfumfang	53
Brustumfang	72

Links Teilung nach Kopflängen. Körperlänge = $6^1/_2$ Kopflängen.

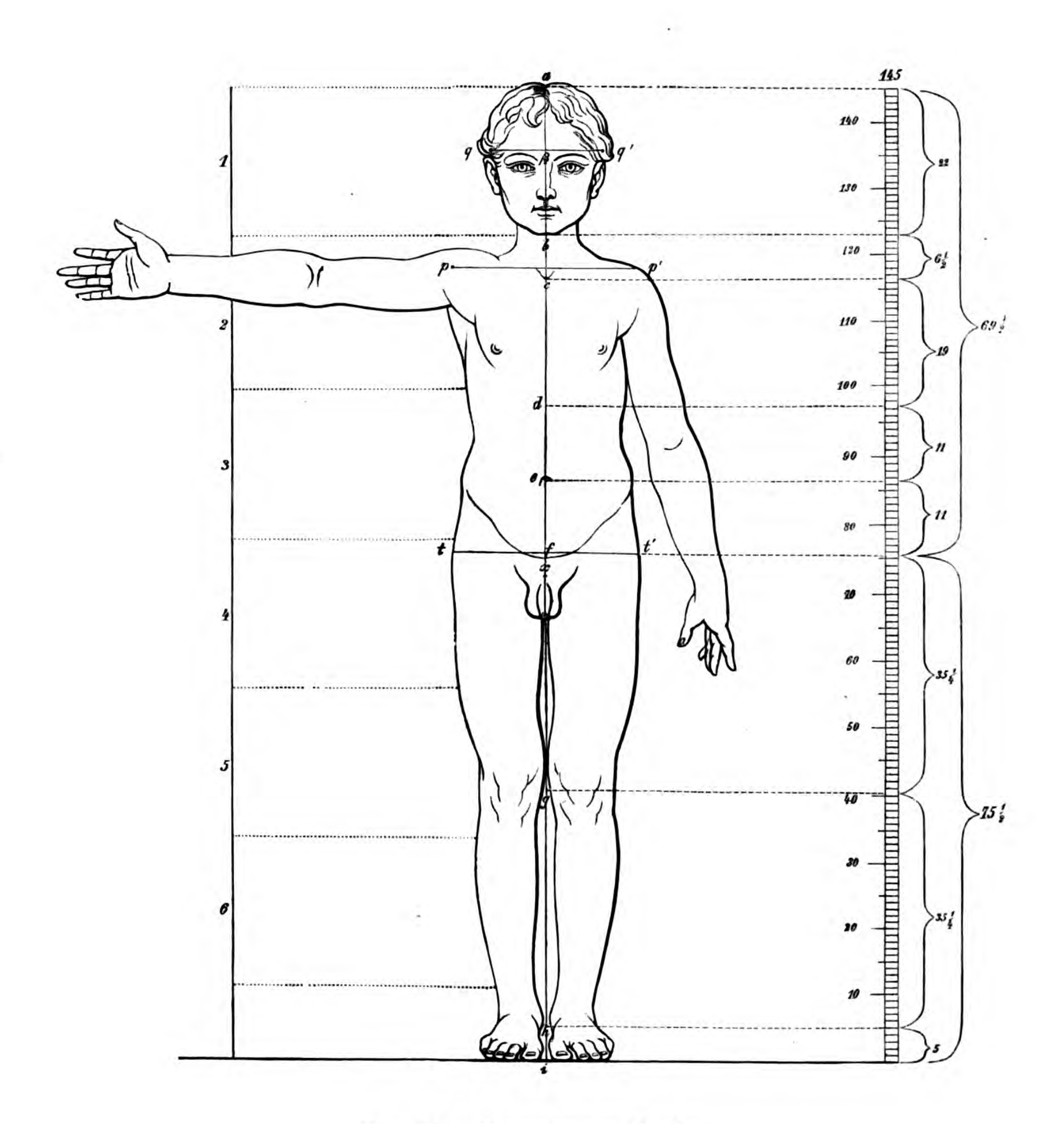


Fig. IV. Zehnjähriger Knabe.
(1/10 der natürlichen Größe)

Fig. V.

Vierzehnjähriger Jüngling

(171 Monate), 163 Centimeter groß. ($^1/_{10}$ der natürlichen Größe.)

---

ab	Kopf	23
bc	Hals	7
cd	Brust	21
de	Schwertfortsatz bis Nabel	12
ef	Nabel bis oberen Rand der Schambeinfuge	12
	af Oberlänge 75	
fg	Oberschenkel	41
gh	Unterschenkel	41
hi	Knöchel bis Sohle	6
	fi Unterlänge 88	
ai	Körperlänge	163
x	Halbierungspunkt der ganzen Körperlänge.	

---

qq'	Querer Kopfdurchmesser	$16^1/_2$
pp'	Schulterhöhenbreite	$32^1/_2$
tt'	Hüftenbreite	$32^1/_2$

---

bβ	Kinn bis Nasenwurzel	12
βa	Nasenwurzel bis Scheitel	11

Gerader Kopfdurchmesser	19
Gerader Brustdurchmesser	21
Gerader Beckendurchmesser	21
Kopfumfang	54
Brustumfang	78

Links Teilung nach Kopflängen. Körperlänge = nahezu 7 Kopflängen.

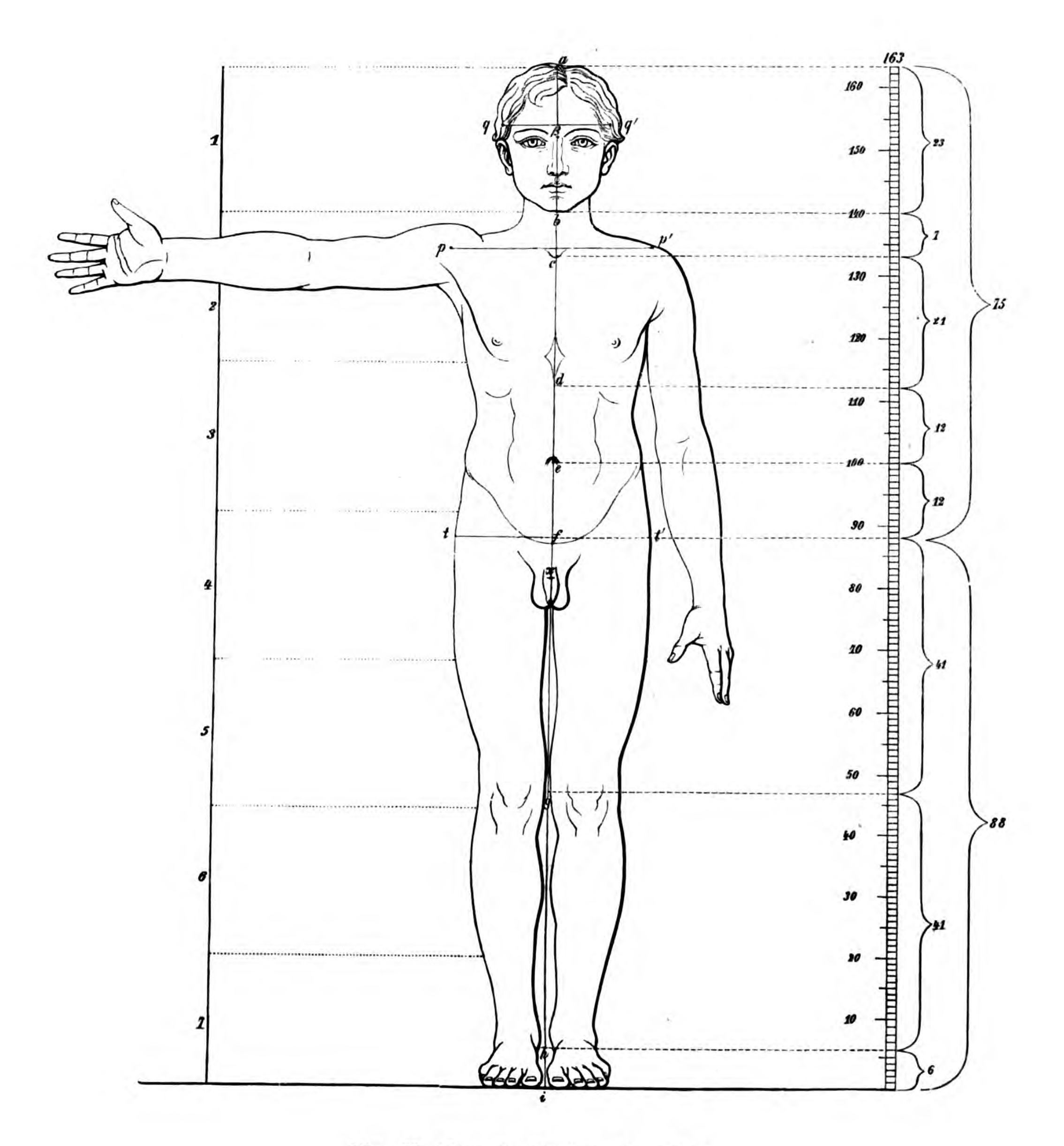


Fig. V. Vierzehnjähriger Jüngling.

(1/10 der natürlichen Größe).

Fig. VI.

Vierzehnjähriges Mädchen

(171 Monate), 161 Centimeter groß. ($^1/_{10}$ der natürlichen Größe.)

---

ab	Kopf	23
bc	Hals	7
cd	Brust	20
de	Schwertfortsatz bis Nabel	12
ef	Nabel bis oberen Rand der Schambeinfuge	12
	af Oberlänge 74	
fg	Oberschenkel	$40^1/_2$
gh	Unterschenkel	$40^1/_2$
hi	Knöchel bis Sohle	6
	fi Unterlänge 87	
ai	Körperlänge	161
x	Halbierungspunkt der ganzen Körperlänge.	

---

qq'	Querer Kopfdurchmesser	16
pp'	Schulterhöhenbreite	31
tt'	Hüftenbreite	35

---

bβ	Kinn bis Nasenwurzel	$11^1/_2$
βa	Nasenwurzel bis Scheitel	$11^1/_2$

Gerader Kopfdurchmesser	$18^1/_2$
Gerader Brustdurchmesser	21
Gerader Beckendurchmesser	21
Kopfumfang	$52^1/_2$
Brustumfang	$76^1/_2$

Links Teilung nach Kopflängen. Körperlänge = 7 Kopflängen.

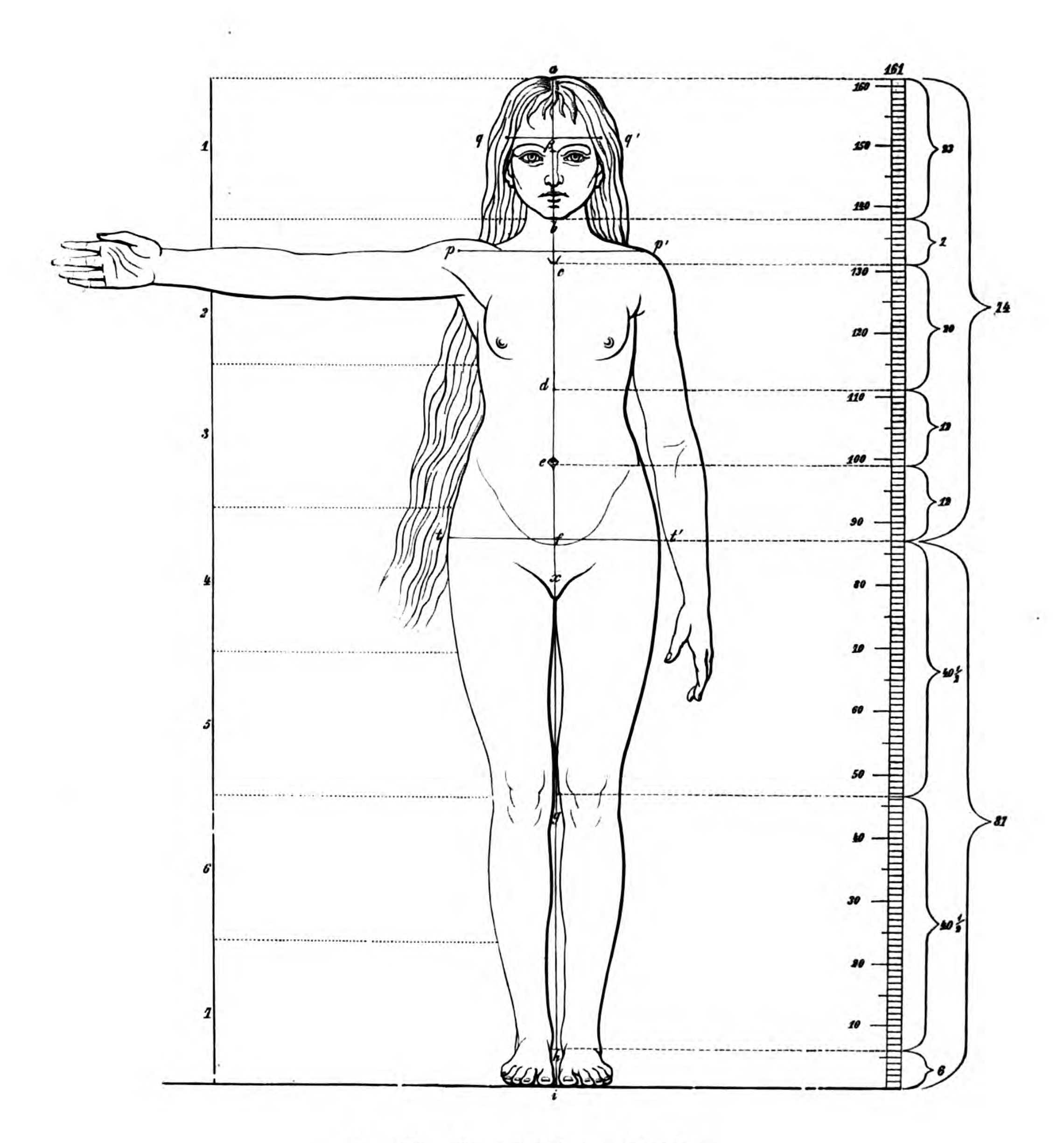


Fig. VI. Vierzehnjähriges Mädchen.

($^1/_{10}$ der natürlichen Größe.)

Fig. VII.

Erwachsener Mann

(25 Jahre), 175 Centimeter groß. ($^1/_{10}$ der natürlichen Größe.)

---

ab	Kopf	24
bc	Hals	9
cd	Brust	22
de	Schwertfortsatz bis Nabel	13
ef	Nabel bis oberen Rand der Schambeinfuge	13
	af Oberlänge	81
fg	Oberschenkel	$42^1/_2$
gh	Unterschenkel	$42^1/_2$
hi	Knöchel bis Sohle	9
	fi Unterlänge	94
ai	Körperlänge	175
x	Halbierungspunkt der ganzen Körperlänge.	

---

qq'	Querer Kopfdurchmesser	$17^1/_2$
pp'	Schulterhöhenbreite	35
tt'	Hüftenbreite	35

---

bβ	Kinn bis Nasenwurzel	13
βa	Nasenwurzel bis Scheitel	11

Gerader Kopfdurchmesser	21
Gerader Brustdurchmesser	24
Gerader Beckendurchmesser	24
Kopfumfang	57
Brustumfang	99

Links Teilung nach Kopflängen. Körperlänge $7^1/_3$ Kopflängen.

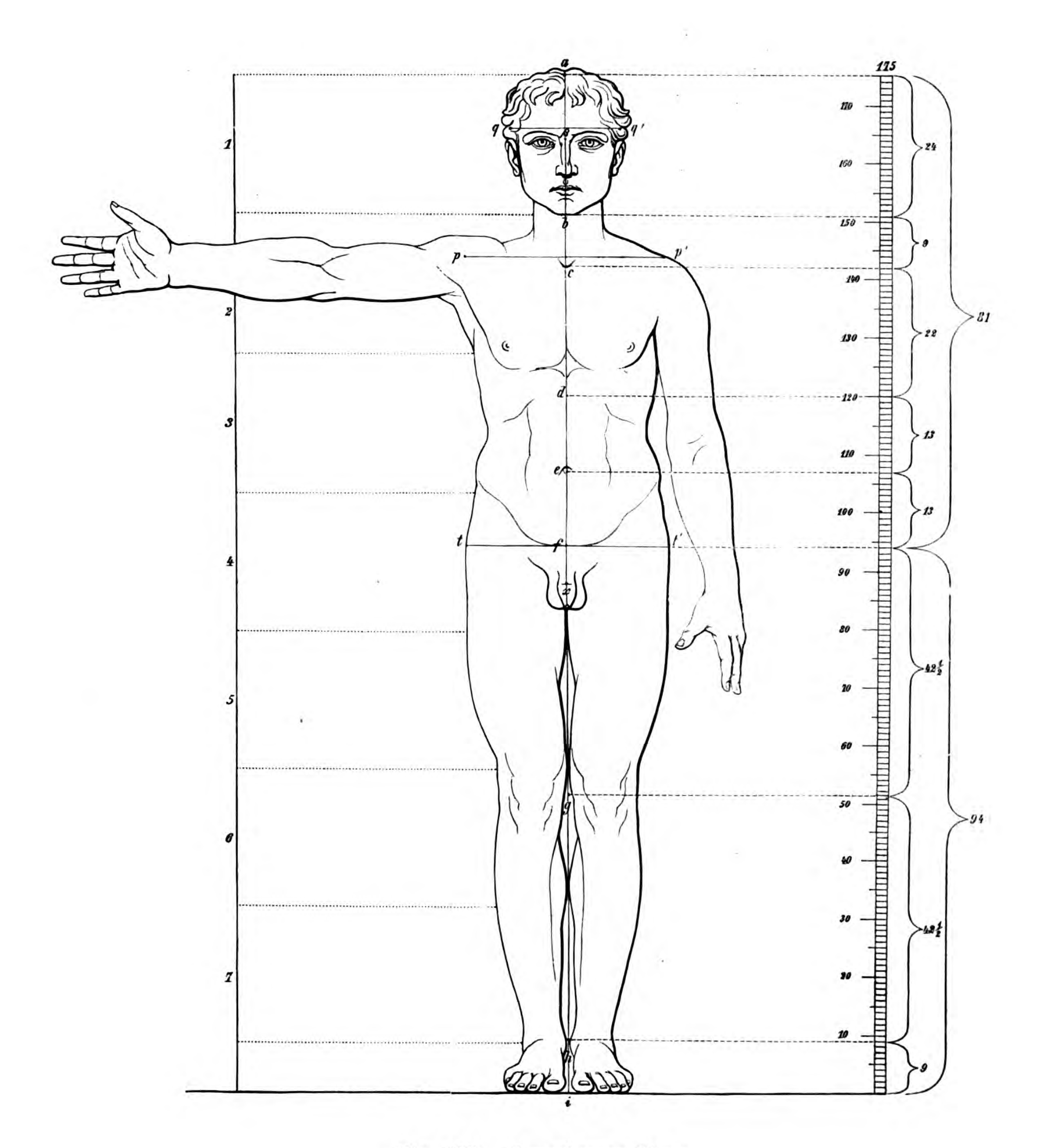


Fig. VII. Erwachsener Mann.

(1/10 der natürlichen Größe).

Fig. VIII.

Erwachsenes Weib

(25 Jahre), 173 Centimeter groß. (1/10 der natürlichen Größe.)

ab	Kopf	24
bc	Hals	9
cd	Brust	21
de	Schwertfortsatz bis Nabel	13
ef	Nabel bis oberen Rand der Schambeinfuge	13
	af Oberlänge 80	
fg	Oberschenkel	42
gh	Unterschenkel	42
hi	Knöchel bis Sohle	9
	fi Unterlänge 93	
ai	Körperlänge	173
x	Halbierungspunkt der ganzen Körperlänge.	

qq'	Querer Kopfdurchmesser	17
pp'	Schulterhöhenbreite	34
tt'	Hüftenbreite	39

bβ	Kinn bis Nasenwurzel	12
βa	Nasenwurzel bis Scheitel	12

Gerader Kopfdurchmesser	20 1/2
Gerader Brustdurchmesser	24
Gerader Beckendurchmesser	24
Kopfumfang	55 1/2
Brustumfang	97 1/2

Links Teilung nach Kopflängen. Körperlänge = 7 1/4 Kopflängen.

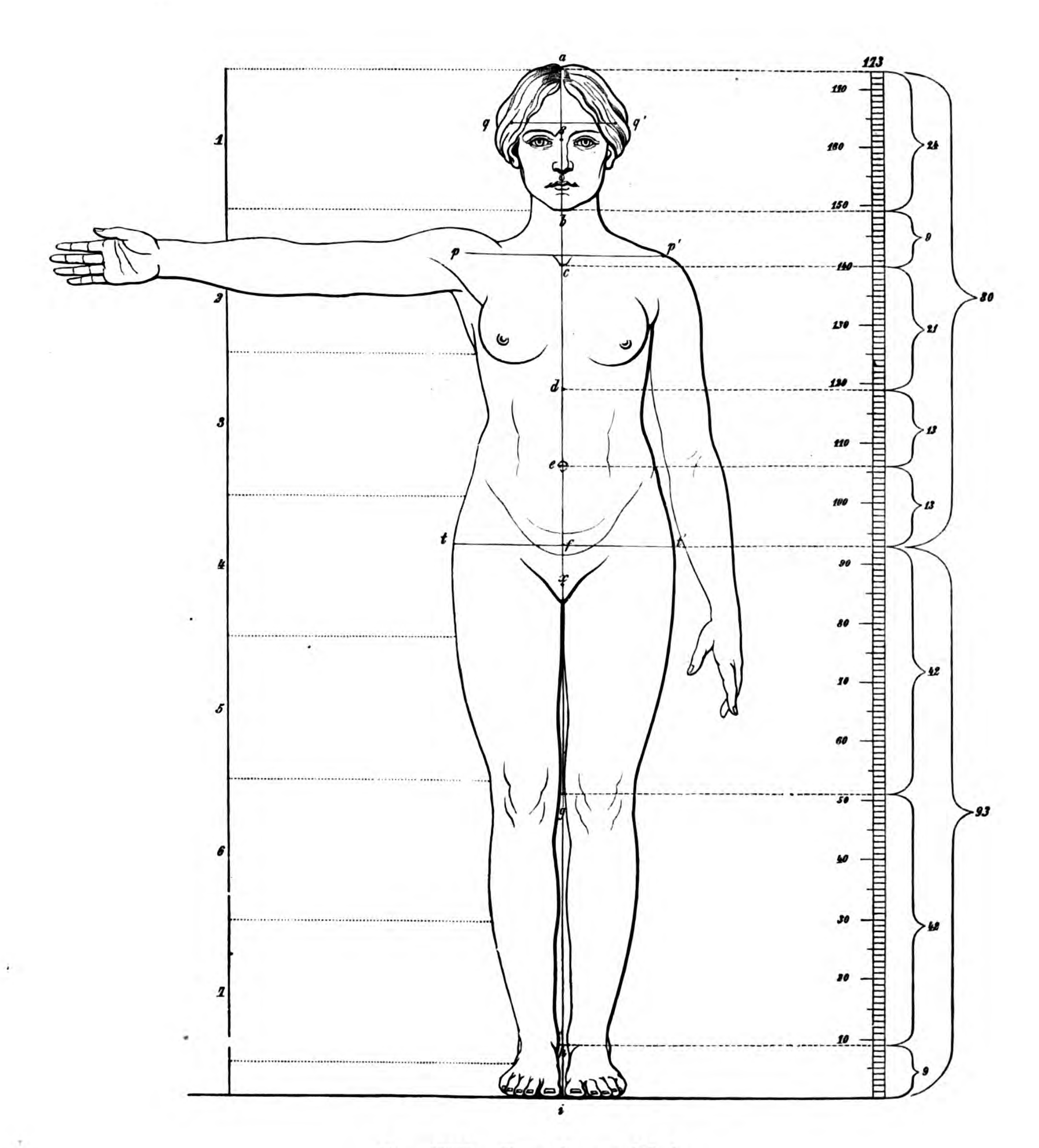


Fig. VIII. Erwachsenes Weib.

(1/10 der natürlichen Größe).

